한국의 안개 발생 빈도와 지속시간 변화에 관한 연구

문솔희 · 이승호

건국대학교 지리학과

(2013년 5월 24일 접수, 2013년 6월 12일 수정, 2013년 6월 19일 게재 확정)

A Study on the Change of Fog Frequency and Duration Hours in South Korea

Solhui Mun · Seungho Lee

Department of Geography, Konkuk University

(Received 24 May 2013, Revised 12 June 2013, Accepted 19 June 2013)

Abstract : This study aimed to investigate the change of fog frequency and duration hours in South Korea. Using daily mean fog days(about 50 years) and fog duration hours(about 46 years) during the period of 1961-2010 for long-term observational data of 14 weather stations in South Korea, the change of temperature rise was analyzed. The change of fog days had a decreasing trend for the period of 1961-2010. There was a distinctly decreasing trend in Seoul and South-Eastern Coast area. The seasonal decreasing trend of fog days and fog duration hours was similar in spring and summer. On the other hand the change of Chupungnyeong in autumn and the West Coast in summer had a increasing trend. The change of fog duration hours was rarely changed. It was affected by the change of fog days. In addition, the change of fog days and fog duration hours of South-Eastern Coast area in autumn and winter had to decreasing trend. Otherwise the change of Jeonju in spring and Mokpo in summer had a increasing trend. There was a negative correlation between temperature element and fog days, and fog duration hours. But the change of fog days and fog duration hours was not decreasing trend in all areas. The decreasing trend of fog days was affected by temperature rise. However, there was not shown significant result of fog duration hours.

Key Words : fog days, fog duration, fog frequency, increasing temperature, seasonal change

1. 서론

최근 전 지구적인 기온상승은 세계 곳곳에 영향을 미치고 있다. IPCC 4차 보고서(2007)에 의하면, 19세기 이후 지구의 평균기온은 약 0.74℃ 상

승하였고, 한국은 6개 도시를 대상으로 분석한 평균기온상승률이 1.7℃로 전 지구 평균기온상승률에 비해 두 배 이상 높다(국립기상연구소, 2009). 기온상승으로 인한 기후변화 영향은 각 지역마다 다르게 나타나고 있으며, 기후요소 및 현상일수

의 변화를 가져올 수 있다.

안개는 국지적인 기상현상이다. 한국은 국토의 면적이 좁지만 지형이 복잡하여 안개의 특성이 지역별로 다양하다(허인혜 · 이승호, 1998; Cho *et al.*, 2000; 원덕진 외, 2002; 이화운, 2005; 임현호, 2005; 김도용 외, 2006; 이강민 외, 2011). 안개는 대기가 안정하고 상대습도가 높거나 응결핵이 풍부할 때 발생하기 쉽다. 대기 안정도와 상대습도와 같은 안개 발생 시 환경조건은 기온에 의해 달라질 수 있기 때문에 안개 발생 특성에 영향을 미칠 수 있다.

기온상승에 의하여 안개 발생 빈도가 감소하는 경향이나 일부 지역에서는 증가하기도 하였다(Bendix, 1993; Błaś *et al.*, 2002; Ye, 2009; Zhang *et al.*, 2009; Niu *et al.*, 2010; Vicente-Serrano *et al.*, 2010). 또한 도시화 효과의 영향으로 도시규모에 따라 발생하는 안개의 종류와 특성이 다르게 나타난다고 하였다(Tardif and Rasmussen, 2007; Shi *et al.*, 2008).

안개는 서리, 우박 등과 같은 다른 기상현상처럼 발생지역의 주민생활에 영향을 미친다. 농작물에 냉해나 상해를 초래할 뿐만 아니라, 일사량을 차단하여 농작물의 성장을 제한하기도 한다(허인혜, 1998). 특히 자동차 사고의 원인으로 대형 사고를 초래하며, 항공과 해상 교통의 운항을 방해하여 사회·경제적인 피해를 준다(이승호 · 허인혜, 2003; 조혜진, 2003; 정성화, 2011).

이처럼 안개 발생 시 특성이나 기상조건을 분석하고 피해에 대한 연구가 진행되었으나, 안개 변화에 관한 연구는 부족한 실정이다. 안개 발생으로 인한 피해를 줄이기 위하여 한국의 안개 발생 특성의 변화를 파악하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 한국의 기온상승에 의한 안개 발생 빈도와 지속시간의 변화를 시·공간적으로 분석하고, 기온요소와 상관관계를 분석하여 기온상

승이 안개 발생에 영향을 미치는지 파악하고자 하였다.

2. 연구 자료 및 방법

본 연구에서 사용한 자료는 기상청에서 제공하는 기온자료 및 안개자료이다. 안개현상을 나타내는 주요 지표로서 월별 안개일수와 안개계속시간 자료를 사용하였고, 기온자료는 일 평균기온, 일 최고기온, 일 최저기온 자료를 사용하였다. 안개자료는 목측법으로 관측된 자료로서 관측자의 시력차이, 숙련도 등에 따라 차이가 발생할 수 있으며(김무식, 1998), 특히 한국전쟁으로 인한 1950년대 기간에 관측된 자료는 신뢰성을 확보하기 어려워 연구기간에서 제외하였다. 분석기간은 안개자료에 결측일이 포함되지 않으며 장기간 자료를 사용할 수 있는 1961~2010년의 50년 동안이다. 안개일수 자료와 달리 안개계속시간 자료는 1963년부터 제공되고 있으나 서울, 울산, 광주 관측지점의 자료가 누락되어 1965~2010년의 46년간 자료를 분석하였다.

분석에 사용된 관측지점은 1961~2010년(50년)의 장기간 기상관측 자료와 안개자료를 보유한 서울, 인천, 강릉, 울릉도, 추풍령, 전주, 대구, 포항, 울산, 광주, 부산, 목포, 여수, 제주 등 14개 기상관측지점이다(그림 1).

안개일수와 안개지속시간의 변화는 분석기간에 따른 각 관측지점별 변화율을 산출하여 연별, 계절별 안개 변화경향을 분석하였다. 계절은 봄(3, 4, 5월), 여름(6, 7, 8월), 가을(9, 10, 11월), 겨울(12, 1, 2월)로 구분하였다. 안개일수는 각 관측지점별 회귀분석을 실시하여 1961~2010년 동안의 변화율을 산출하였다. 지역 차이를 파악하기 위해 산출된 안개일수의 변화율 값으로 분포도를 작

성하였다. 통계적으로 유의한 변화경향을 보이는 관측지점을 대상으로 평년값(1981~2010년)을 사용하여 변화율의 편차를 구하고 시계열 분석을 하였다.

안개계속시간은 각 관측지점별 회귀분석을 실시하여 1965~2010년 동안의 변화율을 산출하였으며, 연별 안개계속시간은 총 안개계속시간을 사용하여 구한 변화율 값으로 분포도를 작성하였다. 계절별, 월별 안개계속시간은 자료의 성격상 지역별로 1회의 안개 발생 시 지속시간이 여러 회의 안개 발생 시 지속시간보다 길게 나타날 수 있기 때문에(허인혜·이승호, 1998), 월별 안개계속시간을 각 월의 안개일수로 나누어 평균 지속시간을 구하여 변화율을 산출하였다. 통계적으로 유의하게 변화하는 관측지점을 대상으로 평년값

(1981~2010년)을 사용하여 변화율의 편차를 구하고 시계열 분석을 하였다. 변화율의 편차를 시계열과 회귀선 그림으로 작성하였다.

기온상승과 안개 발생과의 관계를 파악하기 위하여 안개일수와 기온(평균기온, 최고기온, 최저기온), 안개계속시간과 기온(평균기온, 최고기온, 최저기온)의 상관관계를 분석하였다.

3. 결과

1) 연 안개일수의 변화

기온상승은 지역별로 차이가 있다(이승호 외, 2011). 이러한 지역 차이는 안개 발생의 시·공간적 변화에 영향을 줄 수 있다. 그림 2는 장기간 안개 관측 자료를 보유한 14개 지점의 1961~2010년 간 연 안개일수 변화율 분포를 나타낸 것이다. 연 안개일수의 변화율은 서울, 울릉도, 추풍령, 포항, 대구, 울산, 부산 등 7개 관측지점에서 유의한 변화경향이 나타났다. 울릉도와 서울의 안개일수 변화율은 각각 -0.464 일/년, -0.412 일/년으로 다른 관측지점에 비해 감소경향이 뚜렷하다. 또한 영남지방의 대구, 포항, 울산, 부산의 안개일수 변화율은 -0.219 일/년, -0.216 일/년, -0.253 일/년, -0.176 일/년으로 감소경향이나, 추풍령의 안개일수 변화율은 0.153 일/년으로 증가경향이다. 안개가 발생한 날이 발생하지 않은 날에 비하여 기온이 높거나, 해수면 온도가 낮다는 선행연구에 의하여 일교차가 안개에 영향을 줄 수 있다는 것을 알 수 있다(원덕진 외, 2000; 김도용 외, 2006).

안개는 국지적인 기상현상으로서 발생하는 지역에 따라 특성이 다르기 때문에 관측지점의 시계열 분석을 하였다. 서울은 1980년대부터 음의 편차가 나타나고 있으며, 추풍령은 1990년대 후반

그림 1. 분석지점

그림 2. 연 안개일수의 변화율 분포(1961~2010년)

부터 양의 편차가 나타나고 있다(그림 3). 서울은 최고기온 변화율이 $0.021^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 이며, 최저기온 변화율이 $0.039^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로 일교차가 감소하고 있다. 서울의 안개일수와 일교차의 상관계수는 $r=0.418$ 로 일교차가 감소할수록 안개일수가 감소하고 있

다. 도시의 경우 기온상승과 도시화 효과로 인하여 안개 발생 빈도가 감소하고 있다는 연구 결과를 보여준다(Tardif and Rasmussen, 2007). 추풍령은 최고기온의 변화율이 $0.022^{\circ}\text{C}/\text{년}$ 으로 일교차가 증가하고 있으며(그림 4), 상대적인 기온 차이 때문에 안개일수가 증가하는 것으로 판단된다.

2) 계절별 안개일수의 변화

안개는 계절별 특성이 뚜렷하게 나타나기 때문에 안개 발생 특성의 변화를 파악하기 위하여 분석하였다. 14개 관측지점의 월별 평균 안개일수는 7월(54.0일)에 가장 많이 발생하고 6월(46.6일), 5월(34.6일), 4월(28.1일) 순으로 발생 빈도가 높다. 계절별로는 여름철에 발생 빈도가 가장 높고, 봄, 가을, 겨울 순이다. 안개는 일반적으로 이동성 고기압의 출현빈도가 높고, 장마 후 대기 중의 습도가 높은 가을철에 내륙지역에서 복사무의 발생 빈도가 가장 높으나, 14개 관측지점이 내륙보다 해안에 위치하여 가을철보다 봄철 안개일수가 많은 것으로 나타났다.

그림 5는 계절별 안개일수 변화율의 분포이다. 봄철은 이동성 고기압과 오호츠크해 고기압의 영향으로 인해 건조한 시기로 안개 발생 빈도가 높

그림 3. 서울(좌)과 추풍령(우)의 연 안개일수 편차의 변화경향(1961~2010년)

그림 4. 서울과 추풍령의 일교차 변화(1961-2010년)

진 않다. 봄철 안개일수는 서울과 남·동해안지역에서 안개일수 변화율의 감소경향이 뚜렷하게 나타난다. 서울의 안개일수 변화율은 -0.105 일/년으로 유일하게 $\alpha=0.01$ 에서 통계적으로 유의하였다. 울릉도의 변화율은 -0.134 일/년으로 가장 큰 값을 가지며, 울산은 -0.063 일/년, 강릉은 -0.058 일/년, 포항은 -0.033 일/년으로 4개의 관측지점은 $\alpha=0.05$ 에서 통계적으로 유의하게 감소하고 있다.

여름철은 장마와 북태평양 기단의 영향으로 다습하고 대기가 불안정한 시기이지만 대기 중 수증기가 많아 안개 발생이 잦다. 서울과 인천, 남·동해안지역에서 안개일수 변화율의 감소경향이 뚜렷하고 봄철 안개일수의 변화율 분포와 유사하다. 울릉도에서 -0.239 일/년으로 가장 크게 감소하고 있으며, 인천, 서울, 포항, 울산의 안개일수 변화율은 각각 -0.146 일/년, -0.105 일/년, -0.141 일/년, -0.125 일/년이다. 여름철에는 해안지역을 중심으로 안개일수가 감소하고 있는데, 상대적으로 차가운 바닷물이 원인이 되어 안개가 발생한다(허인혜·이승호, 1998). 수온의 상승은 대기와 해수면의 기온차이를 감소시켜 안개 발생

빈도에 영향을 줄 수 있다.

가을철은 이동성고기압의 영향을 많이 받고 대기 중의 습도가 높아서 복사무 발생 빈도가 높은 것이 특징이다. 가을철 안개일수는 서울, 울릉도, 포항, 대구, 울산, 추풍령에서 변화경향이 뚜렷하다. 서울과 대구의 안개일수 변화율은 각각 -0.117 일/년, -0.139 일/년으로 다른 계절에 비하여 감소경향이 크게 나타났고, 추풍령의 변화율은 0.139 일/년으로 안개일수가 증가하고 있다. 울릉도, 포항, 울산의 안개일수 변화율은 각각 -0.065 일/년, -0.028 일/년, -0.053 일/년이다. 가을철은 해안지역에 비해서 내륙지역에 위치한 관측지점에서 안개일수 변화율이 큰 것으로 보아 이때 주로 발생하는 복사무가 기온상승의 영향을 받는 것으로 판단된다. 특히 추풍령의 가을철 일교차의 변화율은 0.034 일/년으로 통계적으로 유의하게 증가하고 있으며, 최저기온보다 최고기온의 상승에 의하여 일교차가 증가하고 있다. 일교차가 큰 날에 안개가 발생할 가능성이 높다.

겨울철은 시베리아고기압의 영향을 가장 강하게 받는 시기로 계절별 안개 발생 빈도가 가장 낮다. 서울, 인천, 포항, 대구, 전주, 부산, 목포 등

그림 5. 계절별 안개일수의 변화율 분포(1961~2010년) (a) 봄 (b) 여름 (c) 가을 (d) 겨울

그림 6. 인천(선미도)과 목포의 겨울철 수온 변화(1976-2006년)

7개 관측지점에서 통계적으로 유의한 변화경향이 나타났다. 겨울철은 다른 계절에 비해 변화율이 작은 편이나 서울과 영남지방에서는 감소경향이 나타나고, 서해안지역에서는 증가경향이 뚜렷하다. 서울, 포항, 대구, 부산에서 각각 -0.094 일/년, -0.014 일/년, -0.049 일/년, -0.026 일/년의 변화율을 가지며, 서해안지역에 위치한 관측지점인 인천, 목포, 전주는 각각 0.059 일/년, 0.052 일/년, 0.039 일/년으로 안개일수가 증가하고 있다. 겨울철 서해안지역에서는 대기와 해수면의 기온 차이에 의해 이류무가 발생할 수 있다. 인천과 목포의 안개일수 증가경향은 기온과의 상관관계가 낮은 것으로 보아 일교차보다는 수온 상승(그림 6)에 의한 대기와 해수면의 기온 차이에 영향을 받는 것으로 판단된다. 전주에서 안개일수 최저 기온과의 상관관계($r=0.285$)가 있으며, 일교차가 증가하여 안개가 발생할 가능성이 높은 것으로 보인다.

3) 연 안개계속시간의 변화

안개일수의 변화경향은 안개계속시간에 영향을 줄 수 있지만, 다른 기상요인에 의해 안개계속

시간이 변화할 수 있다. 안개계속시간은 지속시간에 따라 복사무, 이류무 등으로 안개 종류를 판단하는 것이 가능하다. 일반적으로 복사무에 비

그림 7. 연 안개계속시간의 변화를 분포(1965-2010년)

그림 8. 울릉도(좌)와 포항(우)의 연 안개계속시간과 기온의 관계(1965-2010년)

해 이류무의 지속시간이 길게 나타난다. 실제로 안개계속시간이 안개일수의 변화경향과 동일하게 변화하는지 파악하기 위하여 분석하였다. 그림 7은 연 안개계속시간의 변화율 분포를 나타낸 것이다. 서울과 울릉도, 영남지방에서 안개계속시간이 감소하고, 전주에서 증가하고 있다. 안개계속시간의 변화율은 울릉도와 서울에서 각각 -3.742 시간/년, -1.093 시간/년으로 크게 감소하고 있으며, 대구와 포항의 변화율은 -0.649 시간/년, -0.447 시간/년이다. 전주의 안개계속시간의 변화율은 0.759 시간/년으로, 안개일수의 증가경향은 유의하지 않으나 안개계속시간은 증가하고 있는 것으로 보아 안개 발생 시 평균지속시간이 길어지고 있음을 알 수 있다. 울릉도는 최고기온, 포항은 평균기온과 음의 상관관계를 갖는다(그림 8). 기온이 상승할수록 안개계속시간이 감소할 수 있다는 것을 보여준다.

4) 계절별 평균 안개계속시간의 변화

계절별 안개계속시간은 안개가 1회 발생했을 때 각각의 지속시간을 나타내기 위하여 안개계속시간을 안개일수로 나눈 평균지속시간을 사용

하였다. 월별 평균지속시간은 안개 발생 빈도가 높은 7월(250.5 시간)에 가장 길게 나타나고, 6월(223.0 시간), 5월(159.3 시간), 4월(116.9 시간) 순으로 지속시간이 길다. 계절별로는 여름, 봄, 가을, 겨울 순으로 안개일수의 월변화와 동일하다.

그림 9는 계절별 안개계속시간의 변화율의 분포이다. 봄철에는 기상상태에 영향을 미치는 기압계가 복잡한 것이 특징이며, 건조한 시기로 지역에 따라 기온 차이가 크게 나타난다. 이로 인해 강풍이 불기 때문에 대기가 안정할 때 쉽게 발생하는 안개는 바람에 의해 소산될 수 있다. 봄철 안개계속시간은 서울, 울릉도에서 감소경향이며, 전주에서 증가경향이 나타난다. 안개일수 변화경향에 비하여 안개계속시간의 변화경향은 뚜렷하지 않다. 봄철 안개계속시간의 변화율은 울릉도와 서울에서 각각 -0.042 시간/년, -0.036 시간/년이고, 전주에서는 0.042 시간/년이다.

여름철에는 장마와 태풍으로 인한 강수가 매우 많은 시기로 대기 중의 수증기가 풍부하여 고온다습하다. 여름철 안개계속시간은 유일하게 목포에서 증가하고 있으며, 변화율은 0.026 시간/년이다. 목포의 여름철 안개일수의 변화경향은 뚜

그림 9. 계절별 안개계속시간의 변화율 분포(1961–2010년) (a) 봄 (b) 여름 (c) 가을 (d) 겨울

떨치지 않지만, 안개계속시간은 증가하는 것으로 보아 안개가 발생했을 때 평균지속시간이 길어지고 있다는 것을 알 수 있다. 목포의 최고기온과 최저기온의 상승 경향은 통계적으로 유의하지 않으며, 일교차의 변화도 뚜렷하지 않다. 목포에서 여름철 안개계속시간은 앞서 설명한 것처럼 대기와 해수면 사이의 기온 차가 커지는 것이 안개 발생과 지속시간에 영향을 줄 수 있다.

가을철은 시베리아 고기압의 영향을 받기 시작하면서 야간 기온이 낮아지는 시기로 봄철과 마찬가지로 일교차가 크게 나타나는 때이다. 기온상승으로 인해 일교차가 감소하는 포항과, 수온 상승의 영향을 받는 것으로 보이는 울릉도에서 안개계속시간이 뚜렷하게 감소하고 있다. 울릉도에서 안개계속시간의 변화율은 -0.098 시간/년이고, 포항에서 -0.039 시간/년이다. 두 지역은 안개일수가 감소함에 따라 안개계속시간도 감소하고 있다.

겨울철은 시베리아 고기압의 영향으로 안개 발생 빈도는 가장 낮으나 변질된 이동성 고기압의 영향 하에서 대기가 안정된 경우 복사냉각이 강하게 발생하여 지속시간이 길다(허인혜 · 이승호, 1998). 울릉도와 부산에서 안개계속시간이 감소하고 있다. 울릉도의 겨울철 안개계속시간의 변화율은 -0.092 시간/년으로 가을철과 비슷하다. 울릉도에서 겨울철 안개일수의 변화경향은 통계적으로 유의하지 않으나 안개계속시간은 감소하였다. 다른 계절에 비하여 평균지속시간의 감소경향이 뚜렷하다. 부산의 변화율은 -0.051 시간/년으로 겨울철 안개일수의 감소에 의하여 지속시간이 감소하고 있다.

4. 요약 및 결론

본 연구에서는 한국에서 발생하는 안개 특성을 이해하기 위하여 안개일수와 안개계속시간을 분석하고, 기온상승에 의한 안개 발생 빈도와 지속시간이 어떻게 변화하는지 파악하고자 하였다. 이를 위해 안개일수와 안개계속시간의 변화를 시·공간적으로 분석하였다. 또한 안개일수와 기온, 안개계속시간과 기온의 상관관계를 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

일반적으로 한국에서 발생하는 안개는 해안지역에서 주로 이류무와 전선무 등이 발생하고, 내륙지역에서 복사무의 발생 빈도가 높은 것이 특징이다. 안개일수와 안개계속시간은 대체로 감소하고 있으며, 추풍령과 일부 서해안 지역에서 증가하고 있다.

한국의 연 안개일수는 서울, 울릉도와 영남지방에서 감소하고 있으며, 추풍령에서 증가하고 있다. 안개일수가 감소하는 지역은 대부분 일교차가 감소하고 있으며, 해안지역의 경우 수온 상승의 영향으로 대기와 해수면 사이의 기온 차이 때문에 안개 발생 빈도에 영향을 미칠 수 있다.

안개일수의 계절분포를 보면, 봄철 안개일수는 동해안에서 발생 빈도가 낮고 감소경향이 나타난다. 여름철은 다른 계절에 비하여 안개일수의 변화율이 크며, 서울, 인천, 울릉도, 포항, 울산에서 감소하고 있다. 가을철 안개일수는 서울, 울릉도, 부산을 제외한 영남지방에서 감소하며, 추풍령은 증가하고 있다. 추풍령에서 안개 발생 빈도가 증가한 것은 가을철 최고기온의 상승으로 인하여 상대적으로 커진 일교차 때문에 복사무 발생 빈도가 증가한 것으로 판단된다. 겨울철 안개일수는 서울, 대구, 포항, 부산에서 감소하고, 인천, 전주, 목포에서 증가하고 있다. 이는 이동성 고기압의 영향 하에서 수온 상승과 지형효과에 의한 것으로

생각된다.

연 안개계속시간은 서울, 울릉도, 대구, 포항에서 감소하고 있으며, 전주에서 증가하고 있다. 안개일수의 변화는 안개계속시간에 영향을 미치고 있으나, 반드시 같은 변화경향을 보이는 것은 아니다. 전주에서 안개일수는 변화하지 않으나 안개계속시간은 증가하고 있는 것으로 보아 안개발생 시 지속시간이 길어지고 있음을 알 수 있다.

안개계속시간의 계절변화 분포는 안개일수와 유사하게 나타난다. 대체로 동해안지역에서 기온이 상승할수록 안개계속시간이 감소하고 있는 경향이다. 봄철 안개계속시간은 해안지역에서 길고, 내륙지역에서 짧게 나타나는 것이 특징이며, 서울과 울릉도에서 감소하고, 전주에서 증가했다. 전주는 최고기온 상승에 의한 일교차가 커지고 있으며, 이로 인해 안개 발생 빈도가 증가하여 지속시간이 증가할 수 있다. 여름철 안개계속시간은 목포에서 증가하며 통계적으로 유의하다. 이는 목포에서 안개가 발생하였을 때 평균지속시간이 길어지고 있음을 뜻한다. 가을철 안개계속시간은 안개일수가 감소하고 있는 울릉도와 포항에서 감소하고 있다. 울릉도는 기온과의 상관관계가 나타나지 않았지만, 포항의 경우 가을철 최고기온과 음의 상관관계가 나타났다. 포항에서 기온이 상승할수록 안개일수가 감소할 수 있음을 알 수 있다. 겨울철에는 이동성 고기압의 영향 하에서 대기가 안정할 때, 복사냉각이 강하게 발생하여 안개계속시간이 긴 편이다. 겨울철 안개계속시간은 울릉도와 부산에서 감소하며, 기온상승이 뚜렷하게 나타나는 2000년대 이후부터 안개 발생 빈도가 감소하여 평균지속시간도 감소하고 있다.

최근 한국의 안개일수는 감소하고 있으나, 안개계속시간의 변화는 뚜렷하지 않다. 또한 계절에 따라 일부 지역에서는 안개일수와 안개계속시간이 증가하였다. 이처럼 한국의 기온이 상승할 경

우 안개일수와 안개계속시간은 서울과 동해안지역을 중심으로 감소하고, 내륙과 서해안지역에서 증가할 수 있다. 따라서 지역별 안개 발생 특성의 변화를 파악하여 안개로 인한 사회·경제적인 문제를 예방하고, 부정적인 영향을 최소화 하는데 도움이 될 것이다.

사사

이 논문은 2010년도 정부재원(교육과학기술부 인문사회연구역량강화사업비)으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2010-330-B00278).

참고문헌

- 국립기상연구소, 2009, 기후변화 이해하기2: 한반도 기후변화: 현재와 미래: 국립기상연구소 연구 성과를 중심으로.
- 김도용·이상득·김지영·우종택·오재호, 2006, 목포 연안지역의 안개특성에 관한 연구, 한국환경과학회지, 15(7), 623-634.
- 김무식, 1998, 대구지역 시정거리의 장기변화와 시정거리 변동에 미치는 영향인자에 관한 연구, 환경관리학회지, 4(2), 97-107.
- 원덕진·김상윤·김경익·민경덕, 2000, 황해상 해무 발생시의 기상 및 해양 요소의 특성 분석, 한국기상학회지, 36(6), 631-642.
- 이강민·서명석, 2011, 충청지역 안개발생 특성 및 예측기법 개발, 기후연구, 6(3), 200-218.
- 이승호, 1998, 충주호가 주변지역의 안개 특성에 미친 영향-충주와 제천을 중심으로-, 대한지리학회지, 33(2), 165-177.
- 이승호·허인혜, 2003, 대형 댐 건설이 주변 지역의 안개 특성에 미친 영향 -주암댐과 충주댐을 사례로-, 환경영향평가학회지, 12(2), 109-120.

- 이승호 · 허인혜, 2011, 한국의 도시화에 의한 극한기온의 변화, *대한지리학회지*, 46(3), 257-1276.
- 이화운 · 이귀옥 · 백승주 · 김동혁, 2005, 춘천의 안개 발생과 관련된 기상특성분석 및 수치모의, *한국대기환경학회지*, 21(3), 303-313.
- 임현호 · 이화운 · 이순환, 2005, 인천국제공항에서 발생한 안개의 특성분석, *한국기상학회지*, 41(6) 1111-1123.
- 정성화, 2011, 고속도로 안개사고 심각도 영향요인 분석에 관한 연구, *서울시립대학교, 석사학위논문*.
- 조혜진, 2003, 도로상 위험안개의 특징분석 및 발생지표의 개발, *대한지리학회지*, 38(4), 478-489.
- 허기영 · 하경자, 2004, 한반도 연안 안개의 발생과 연관된 종관 기압계 분류, *한국기상학회지*, 40(50), 541-556.
- 허인혜, 1998, 한국의 지역별 안개 특성, *건국대학교 석사학위논문*.
- 허인혜 · 이승호, 1998, 한국의 안개 분포와 특성, *한국지리 환경교육학회지*, 6(1), 71-85.
- 홍성길, 1982, 안동댐 건설이후 안동지방의 안개 증가, *대기*, 18(2), 26-32.
- Bendix, J., 1994, Fog climatology of the Po valley, *Rivista di Meteorologia Aeronautica*, 54(3-4), 25-36.
- Błaś, M., Sobik, M., Quiel, F., and Netzel, P., 2002, Temporal and spatial variations of fog in the Western Sudety Mts., Poland, *Atmospheric Research*, 64, 19-28.
- Cho, Y. K., Moon, O. K., and Kim, B. C., 2000, Sea fog around the Korean Peninsula, *Journal of Applied Meteorology*, 39, 2473-2479.
- Houssos, E. E., Lolis, C. J., Gkikas, A., Hatzianastassiou, N., and Bartzokas A., 2011, On the atmospheric circulation characteristics associated with fog in Ioannina, north-western Greece, *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.2399
- IPCC, 2007, *Climate Change, 2007: The Physical Science Basis*, Contributions of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., Miller, H. L. (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Sachweh, M. and Koepke, P., 1997, Fog dynamics in an urbanized area, *Theoretical and Applied Climatology*, 58, 87-93.
- Shi, C., Roth, M., Zhang, H., and Li, Z., 2008, Impacts of urbanization on long-term fog variation in Anhui Province, China, *Atmospheric Environment*, 42, 8484-8492.
- Tradif, R. and Rasmussen, R. M., 2007, Event-based climatology and typology of fog in the New York City region, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 46, 1141-1168.
- Vicente-Serrano, S. M., López-Moreno, J. I., Vega-Rodríguez, M. I., Beguerí, S., and Cuadrat, J. M., 2010, Comparison of regression techniques for mapping fog frequency: application to the Aragon region(northeast Spain), *International Journal of Climatology*, 30, 935-945.
- Villiers, M. P. and Heerden, J., Fog at Abu Dhabi International Airport, 2007, *Weather*, 62(8), 209-214.
- Ye, H., 2009, The influence of air temperature and atmospheric circulation on winter fog frequency over northern Eurasia, *International Journal of Climatology*, 29, 729-734.
- Zhang, S. P., Xie, S. P., Liu, Q. Y., Yang, Y. Q., Wang, X. G., and Ren, Z.-P., 2009, Seasonal Variations of Yellow Sea Fog: Observations and Mechanisms, *Journal of Climate*, 22, 6758-6772.
- Niu, F., Li, Z., Li, C., Lee, K. H., and Wang, M., 2010, Increase of wintertime fog in China: Potential impacts of weakening of the Eastern Asian monsoon circulation and increasing aerosol loading, *Journal of Geophysical Research*, 115, D00K20, doi:10.1029/2009JD013484.