



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

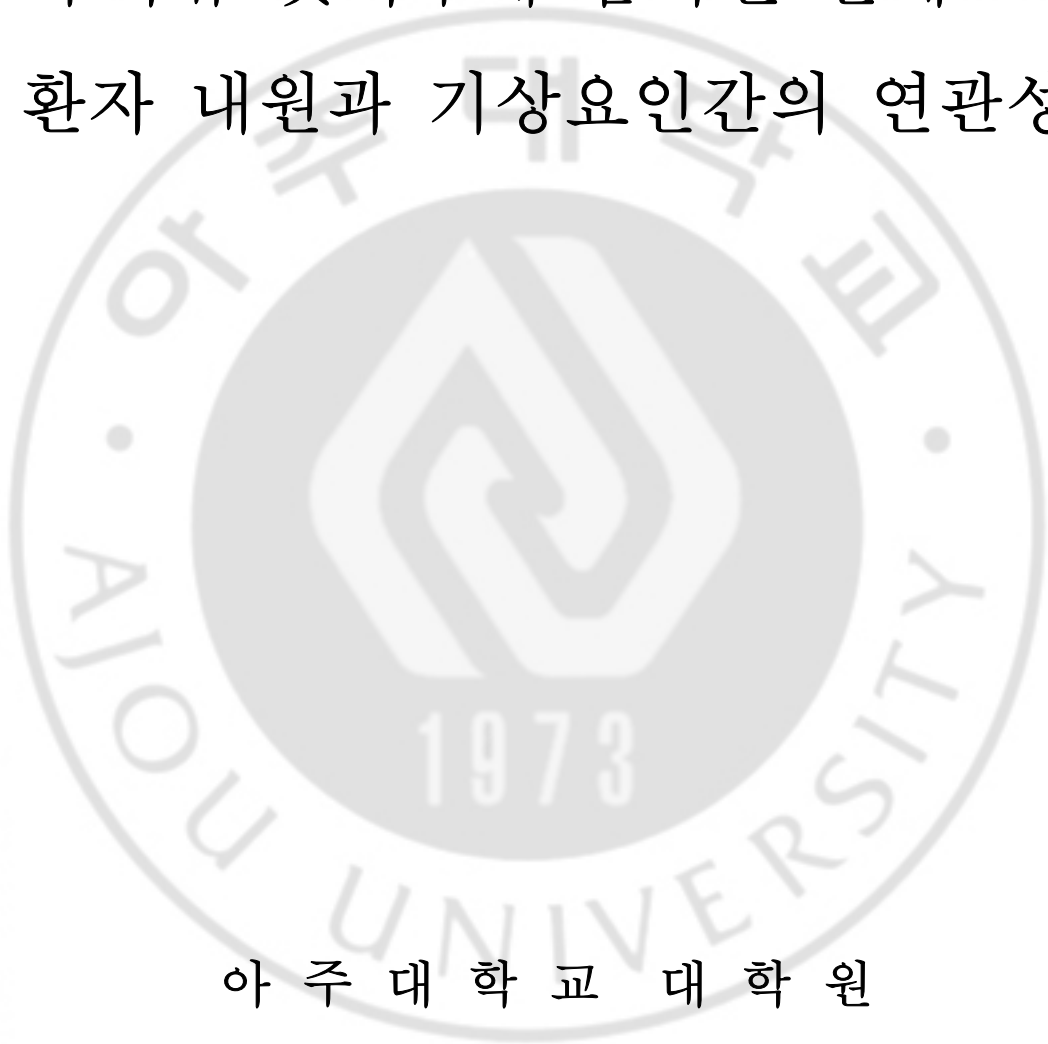
저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

이학 석사학위 논문

수목류 꽃가루에 감작된 알레르기
환자 내원과 기상요인간의 연관성



아주대학교 대학원

의생명과학과/사회보건학전공

김시현

수목류 꽃가루에 감작된 알레르기
환자 내원과 기상요인간의 연관성

지도교수 장 재 연

이 논문을 이학 석사학위 논문으로 제출함.

2010년 2월

아 주 대 학 교 대 학 원

의생명과학과/사회보건학전공

김 시 현

김시현의 이학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 장 재 연 인

심사위원 이 순 영 인

심사위원 이 윤 환 인

아주대학교 대학원

2009년 12월 21일

감사의 글

논문 작성을 지도해주시고 심사해주신 아주대학교 의과대학 예방의학교실의 장재연, 이순영, 이운환 교수님께 감사드립니다. 또한 알레르기 피부단자시험 결과를 제공해 주신 아주대학교 의과대학 알레르기·류마티스내과학교실의 박해심 교수님과 이진우 선생님께 감사드립니다. 기상자료를 정리해서 제공해 주신 질병관리본부 역학조사과의 김선자 선생님께도 감사드립니다.



수목류 꽃가루에 감작된 알레르기 환자 내원과 기상요인간의 연관성

알레르기 질환은 전 세계적으로 급격히 진행되고 있는 기후변화에 영향을 받는 질환 중 하나이다. 알레르기를 유발하는 주요 원인 물질 중 하나인 꽃가루는 기상요인에 영향을 받는다고 알려져 있다. 특히 봄철 기온이 높을수록 수목류 꽃가루의 개화시기가 빨라져 꽃가루에 노출되는 기간이 길어지고 노출되는 총량도 증가한다는 보고가 있다. 또한 꽃가루의 양이 많아질수록 알레르기 환자의 증상이 악화되고 심한 증상을 호소하는 빈도가 증가할 가능성이 있다. 그러나 꽃가루에 감작된 알레르기 환자의 증가가 기상요인에 의해 영향을 받는지에 대한 연구는 미흡하다. 본 연구의 목적은 수목류 꽃가루에 감작된 환자의 내원과 기상요인간의 연관성을 보는 것이다.

연구 대상은 1999년부터 2008년까지 아주대학교 병원에 내원한 환자 중에서 수목류 꽃가루 농도가 높아지는 시기와 비슷한 4월에서 7월 사이에 알레르기 피부단자시험을 받은 만18세 이상의 성인이었다. 피부단자시험 결과, 음성 대조액에 반응을 보이지 않으면서 12종의 수목류 꽃가루 알레르겐 중 한 개 이상에서 양성 대조액의 팽진보다 크거나 같은 경우에 감작되었다고 정의하였다. 기상요인은 수원시의 해당연도 2, 3, 4월 평균기온, 최고기온, 최저기온, 상대습도, 풍속, 강수량의 월평균값을 사용하였다. 수목류 꽃가루에 감작된 환자와 기상 요인들과의 연관성은 상관분석과 로지스틱 회귀분석을 하였다. 연도별 알레르기 피부단자시험 수, 수목류 꽃가루에 감작된 환자 수의 변화는 선형회귀분석을 하였다.

연구 대상으로 선정된 4,715명의 평균연령은 38.4세(표준편차, 13.41세)였으며, 그 중에서 남자는 2,206명(46.8%)이었다. 수목류 꽃가루에 감작된 환자수는 965명(20.5%)이었다. 수목류 꽃가루에 감작된 환자 수와 유의한 상관

관계를 보인 기상요인은 3월 최저기온이었다($R=0.754$, $p=0.019$). 3월 최저기온과 알레르기 피부단자시험을 받은 환자의 수목류 꽃가루 감작여부 사이에 유의한 연관성이 있었다(비차비, 1.116; 95% 신뢰구간, 1.029-1.211). 연도별 알레르기 피부단자시험 수, 수목류 꽃가루에 감작된 환자 수는 증가하는 추세였다. 각각의 회귀식을 이용해 1999년과 2008년의 기대값을 비교한 결과, 2008년이 1999년보다 각각 2.6배, 3.5배 증가하였다.

본 연구 결과 수목류 꽃가루에 감작된 성인 환자의 내원이 3월 최저기온과 연관성이 있는 것으로 나타났다. 이는 3월 최저기온이 상승하면 수목류 꽃가루 양이 증가하고, 이로 인해 알레르기 환자의 증상이 악화되어 병원 방문이 증가하기 때문인 것으로 보인다.

핵심어: 기후변화, 알레르기, 기상요인, 수목류 꽃가루, 알레르기 피부단자시험

차 례

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 국문요약 | i |
| 차례 | iii |
| 그림차례 | iv |
| 표차례 | v |
| I. 서론 | 1 |
| A. 연구 배경 | 1 |
| B. 연구의 가설 및 목적 | 4 |
| II. 재료 및 방법 | 5 |
| A. 대상자 | 5 |
| B. 알레르기 피부단자시험 | 6 |
| C. 기상자료 | 7 |
| D. 통계분석 | 8 |
| III. 결과 | 9 |
| A. 연구 대상자의 특성 및 기상요인 | 9 |
| B. 수목류 꽃가루 감작 환자 수와 기상요인간의 상관성..... | 11 |
| C. 수목류 꽃가루 감작 환자와 3월 최저기온간의 연관성 | 13 |
| D. 수목류 꽃가루 감작 환자 수의 변화 추세 | 14 |
| IV. 고찰 | 16 |
| V. 결론 | 20 |
| 참고문헌 | 21 |
| 부록 | 25 |
| ABSTRACT | 27 |

그림 차례

| | |
|--|----|
| Fig. 1. Process of subjects selection | 5 |
| Fig. 2. Annual minimum temperature in March and number of patients sensitized to tree pollen between April and July | 12 |
| Fig. 3. Scatter plot between minimum temperatures in March and number of patients sensitized to tree pollen between April and July | 12 |
| Fig. 4. Annual number of allergic skin prick tests and patients sensitized to tree pollen between April and July from 1999 to 2008 except 2001 | 14 |

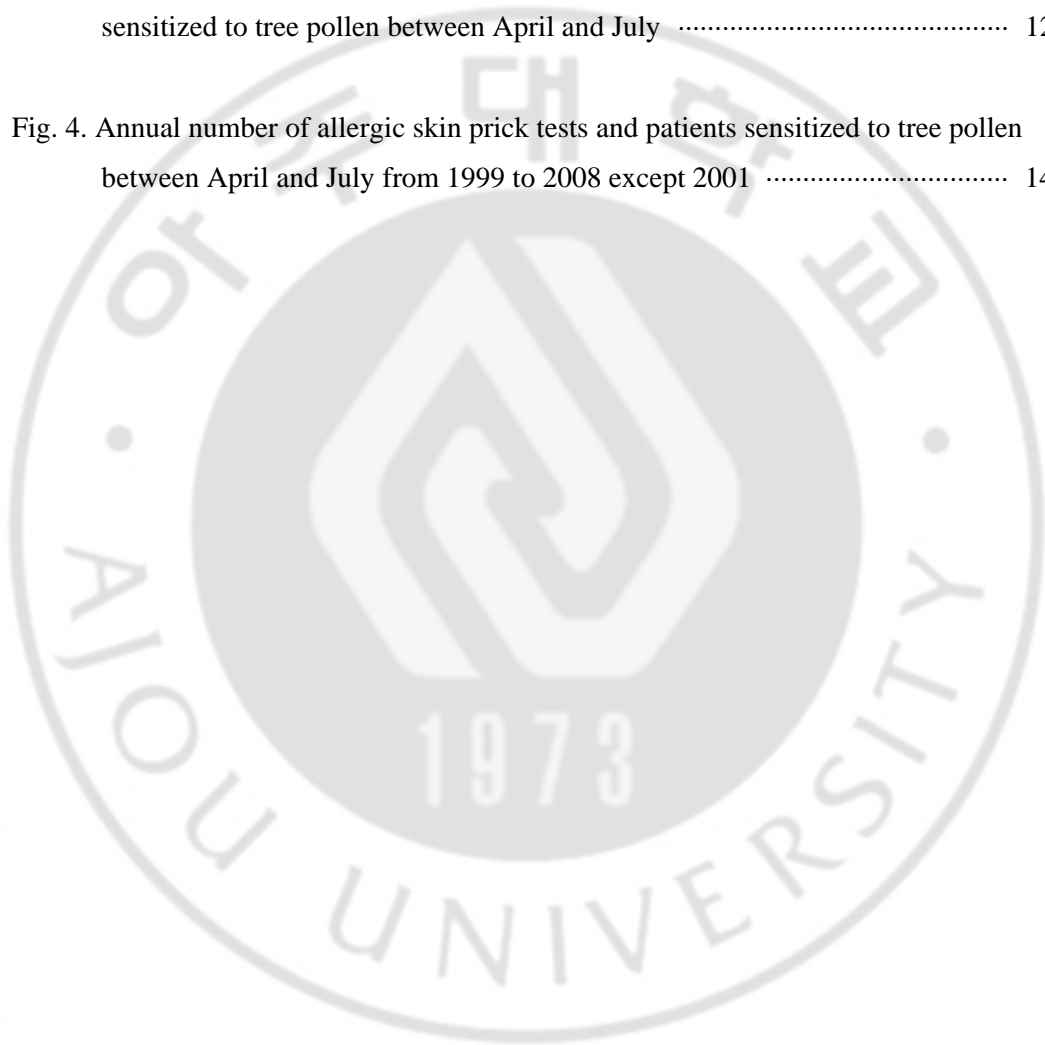


표 차례

| | |
|--|----|
| Table 1. Characteristics of the study subjects | 9 |
| Table 2. Monthly means of meteorological factors in February, March and April | 10 |
| Table 3. Correlations between the meteorological factors in February, March and April and numbers of patients sensitized to tree pollen from April to July | 11 |
| Table 4. Sensitization to tree pollen of patients with allergic skin prick test from April to July according to minimum temperature in March | 13 |
| Table 5. Linear regressions of annual number of allergic skin prick tests and patients sensitized to tree pollen | 15 |

I. 서론

A. 연구 배경

지구의 기온은 과거 백 년간 0.74°C 상승한 것으로 알려져 있으며, 향후 100년간 6.4°C까지 더 상승할 것으로 예측되고 있다(IPCC, 2007). 이러한 기후변화로 인해 기온상승, 해수면 상승, 극단적인 기상재해의 발생빈도 및 강도 증가, 강수량 등의 날씨 패턴의 변화가 발생하며, 이에 따라 공기, 물, 식품의 질과 생태계, 농업, 산업과 이주, 경제 등의 변화가 발생한다. 따라서 기후변화는 사람들의 생활과 건강에 직·간접적인 영향을 미치게 된다. 기후변화로 인한 건강영향에는 고온과 한파로 인한 건강영향, 강풍, 폭풍, 홍수, 가뭄과 같은 기상재해로 인한 피해, 식품, 물과 관련된 질병, 대기오염, 알레르기 질환, 전염병, 직업성 질환, 자외선 관련 질환이 있다(IPCC, 2007). 그 중에서 최근에 알레르기를 유발하는 꽃가루가 기후변화에 의해 어떤 영향을 받는지에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다(IPCC, 2007).

알레르기 질환은 전세계적으로 유병율이 급격히 증가하고 있는 질환이다(Mosges, 2002). 알레르기 질환 중 하나인 천식의 유병율 변화 추세를 조사한 연구에 따르면, 미국 어린이의 천식 유병율이 1980년에는 3.6%였지만 2003년에는 5.8%로 증가하였으며 대부분의 선진국과 개발도상국가에서도 성인과 어린이의 천식 유병율이 증가 추세인 것으로 나타났다(Eder 등, 2006). 호주에서 시행한 조사에 따르면, 2007년 전 국민의 19.6%에 해당하는 약 4백만 여명이 한 가지 이상의 알레르기를 가지고 있으며, 특히 근로 연령인 15-64세에 해당하는 인구에서 가장 높은 유병율을 보였다. 그리고 2050년까지 알레르기 질환의 유병율이 지속적으로 증가할 것으로 예상되었다. 2007년 알레르기 질환으로 인한 질병부담을 경제적 비용으로 환산하면 총 294억 달러이고, 알레르기 환자 한 명당 7,200달러였다(Access Economics, 2007). 이와 같이 알레르기 질환이 증가하는

이유는 유전적 요인의 변화보다는 환경적 요인의 변화가 크기 때문이라고 생각되고 있다(Mosges, 2002).

주로 주변 환경으로부터 노출되며 알레르기를 유발하는 항원물질인 알레르겐(allergen)은 흡입성 알레르겐과 음식 및 기타 알레르겐으로 분류할 수 있다. 흡입성 알레르겐은 실외항원과 실내항원으로 나눌 수 있는데, 실외항원에 속하는 물질에는 알레르기 공중 꽃가루와 공중 진균, 잎응애가 있고, 실내항원에는 집먼지진드기, 고양이 및 개털, 바퀴가 있다. 알레르기를 유발하는 흔한 음식물 알레르겐에는 계란, 우유, 콩, 땅콩, 견과류, 메밀, 밀, 생선, 어패류, 음식물 보존제, 향신료, 색소 등이 포함된다(대한 천식 및 알레르기 학회, 2002).

대기 중 알레르겐(aeroallergen)이 기후변화의 영향을 받는다는 보고가 많은데 특히 꽃가루에 대한 연구가 대부분을 차지한다(Beggs, 2004). 꽃가루와 기후변화의 지표인 기상요인의 관련성에 관한 기존 연구들 중에서 기온이 꽃가루의 역학(dynamics)에 영향을 미친다는 보고가 많다. 이러한 연구들은 수목류 꽃가루 자료를 이용해 활발하게 진행되었다. 특히 유럽 지역에서 자작나무(birch) 꽃가루에 관한 연구가 많다. 자작나무 꽃가루는 북부, 중부, 동부 유럽에서 가장 알레르기를 잘 유발하는 수목류 꽃가루로 알려져 있는데(D'Amato 등, 2007), 그 농도가 매년 증가하고 있는 추세이다(Th 등, 1995). 기온이 높을수록 자작나무 꽃가루의 농도가 높아지고(Rasmussen, 2002; Frei와 Gassner, 2008) 알레르기성이 증가하며(Hjelmroos 등, 1995; Ahlholm 등, 1998), 개화시기가 빨라지는 것으로 나타났다(Emberlin 등, 2002; Frei와 Gassner, 2008; Yli-Panula 등, 2009). 북아메리카에서 시행된 연구에서 삼나무(cedar), 굴참나무(oak), 히코리(hickory), 자작나무 꽃가루 농도가 유의하게 증가하는 추세를 보였으며, 특히 삼나무의 개화시기는 겨울철 기온이 높을수록 유의하게 빨라지는 것으로 나타났다(Levetin, 2001). 동아시아에서 시행된 연구 중 일본의 삼나무는 기온이 높을수록 개화시기가 빨라지고 꽃가루 농도가 증가하였다(Teranishi 등, 2000). 또한 삼나무 꽃가루 계절의 기간이 길어지는 것으로 나타났다(Kishikawa 등, 2001). 국내 연구에서도 수목류 꽃가루 농도가 잔디나 잡초류에 비해 높게 나타나고 있으며, 농도의 변화가 기온, 강수, 일조 시간 등 다양한 기상요소와

긴밀한 관계가 있었고, 특히 기온과 강수가 꽃가루 농도를 결정하는데 주요 원인인 것으로 조사되었다(오재원, 2009).

따라서 기후변화로 인해 꽃가루에 노출될 기회가 늘어나면 알레르기 질환이 증가하고 심한 증상을 호소하는 빈도가 많아질 가능성이 있다(Beggs와 Bambrick, 2005). 실제로 캐나다의 10개 도시를 대상으로 시행된 연구에서 수목류 꽃가루 농도가 높아질수록 천식으로 인한 입원률이 증가하는 것으로 나타났다(Dales 등, 2008).

기존 연구들을 통해 기후변화가 알레르기 질환에 영향을 미칠 수 있을 것이라는 사실을 추측할 수 있다. 하지만 지금까지의 연구는 기후와 꽃가루에 대한 연구가 대부분을 차지하고 있고, 꽃가루 알레르기 환자가 기상요인에 의해 영향을 받는지에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 그리고 기후변화로 인한 알레르기 질환의 부담이 전염병 매개 질환이나 설사 질환에 비해 주목을 받지 못하고 있다(Beggs와 Bambrick, 2005).

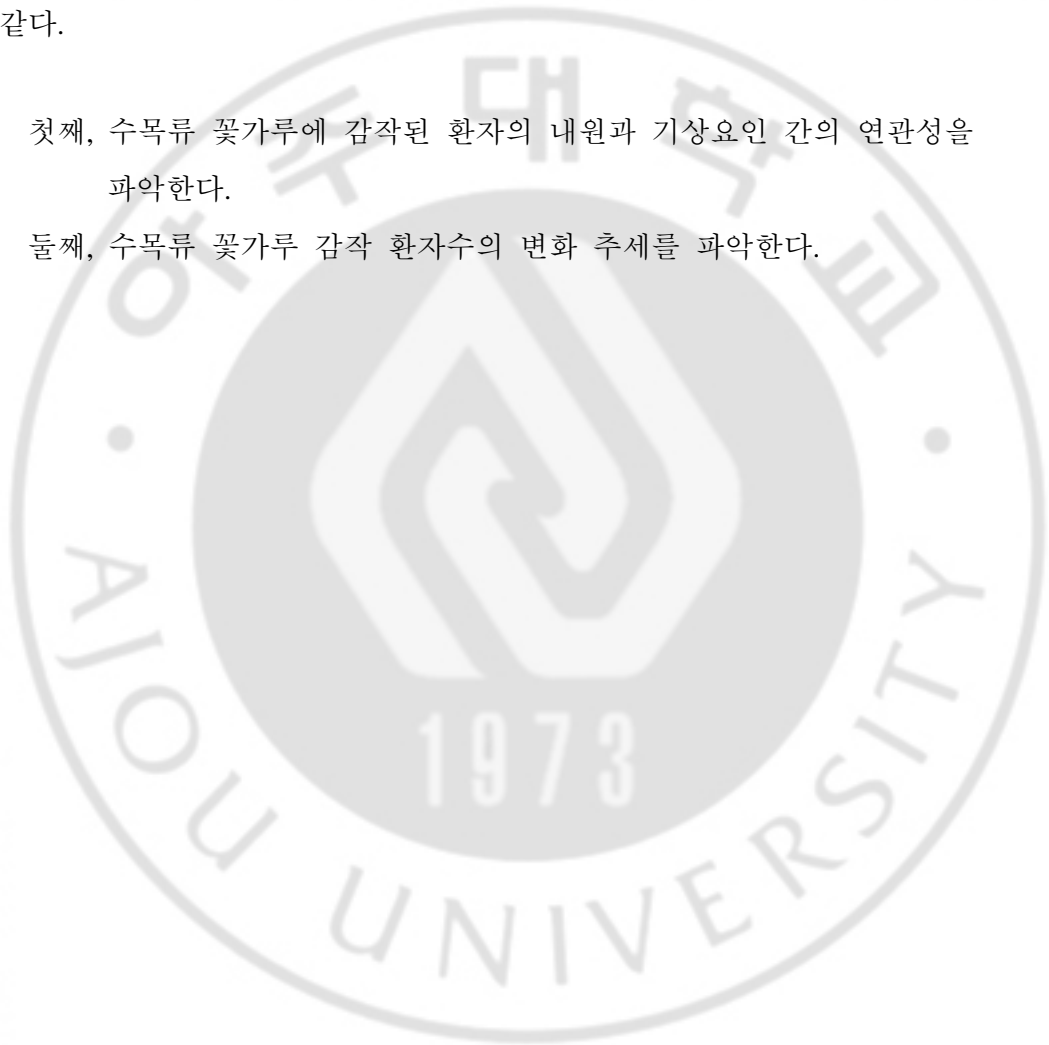
따라서 본 연구는 수목류 꽃가루 알레르기 환자의 내원이 기후변화의 지표인 기상요인들과 관련이 있는지 조사하여 기후변화가 알레르기 질환의 증가에 영향을 줄 수 있는지를 파악하고자 한다.

B. 연구의 가설 및 목적

기후변화로 인한 기상요인들의 변화가 꽃가루에 영향을 준다는 보고가 많다. 또한 꽃가루는 알레르기 질환의 중요한 원인이라는 것이 이미 잘 밝혀져 있다. 따라서 기상요인들과 꽃가루 알레르기 환자의 내원 사이에도 관련성이 있을 수 있다. 또한 기후변화 추세가 장기적으로 꽃가루 알레르기 환자 증가에 상당 부분 기여할 수 있다. 이 가설을 입증하기 위한 본 연구의 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 수목류 꽃가루에 감작된 환자의 내원과 기상요인 간의 연관성을 파악한다.

둘째, 수목류 꽃가루 감작 환자수의 변화 추세를 파악한다.



II. 재료 및 방법

A. 대상자

1999년부터 2008년까지 수원 소재의 아주대학교 병원에 내원한 알레르기 질환 의심 환자를 조사 대상으로 하였다. 수목류 꽃가루에 감작되었는지 명확하게 확인할 수 있는 알레르기 피부단자시험을 받은 기록이 있는 만18세 이상의 성인 환자를 선택하였다(Fig. 1). 성인 환자만을 대상으로 한 이유는 소아는 성인과 달리 알레르기 행진(allergic marching)과 같이 성장기에 따라 나타나는 질환이 다양하고, 검사방법에 제약이 많이 따라 알레르기 피부단자시험을 하지 못하는 경우가 있기 때문이다(대한 천식 및 알레르기 학회, 2002). 2001년도 알레르기 피부단자시험 자료 일부가 누락되었기 때문에 2001년도는 연구에서 제외시켰다.

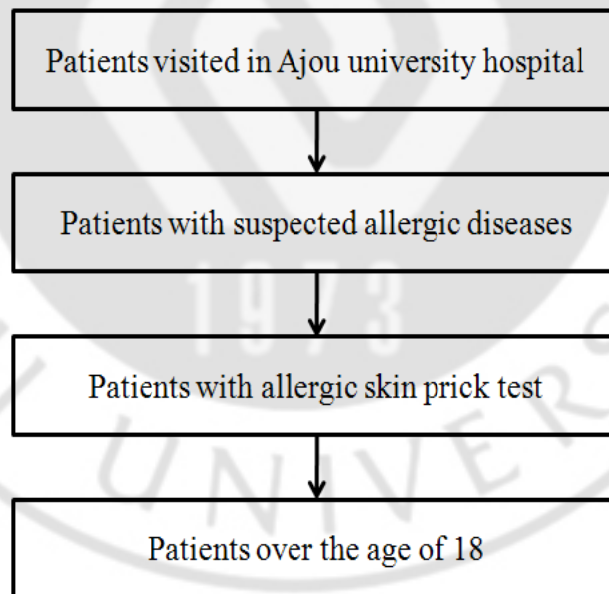


Fig. 1. Process of subjects selection.

B. 알레르기 피부단자시험

알레르기 질환의 원인 항원인 알레르겐을 찾는 방법 중 알레르기 피부시험은 민감도가 높으며 비용이 적게 든다는 장점이 있어 현재 가장 널리 사용되고 있다(대한 천식 및 알레르기 학회, 2002). 알레르기 피부시험 방법으로는 단자시험(prick test), 소피시험(scratch test), 피내시험(intradermal test)등이 있는데 본 연구의 대상자들은 단자시험을 받았다. 연구 대상자들이 받은 단자시험의 세부적인 내용은 다음과 같다.

조사기간 동안 알레르기 피부단자시험에 사용된 검사시약은 Bencard사와 Allergopharma사에서 제조된 것으로 두 회사 제품의 성분은 같았다. 시약의 종류에는 수목류 꽃가루에 해당하는 수목류 혼합(tree mix), 오리나무 (alder), 소나무(pine), 굴참나무(oak), 물푸레나무(ash), 너도밤나무(beech), 자작나무(birch), 아카시아나무(acacia), 버드나무(willow), 포플러나무(poplar), 느릅나무(elm), 개암나무(hazel)와 같이 12종의 항원용액과 양성 대조액인 히스타민(histamine 1mg/ml)과 음성 대조액인 식염수(saline)였다.

피부단자시험의 검사는 알레르기 검사실의 숙련된 검사자가 시행하였다. 우선 환자의 등이나 팔의 전박부를 70% 알코올 솜으로 닦고 건조시킨 후에 항원 용액과 양성 대조액, 음성 대조액을 한 방울씩 점적한다. 이때 강양성을 나타내는 항원이 근접하여 있으면 팽진(wheal)이나 발적(erythema)이 혼합되어 각 항원의 양성도를 정확히 측정할 수 없으므로 검사 항원들을 2-3cm 이상의 거리를 두고 피부에 점적한다. 이후 란셋이나 침으로 피부를 약간 들어올려 점적한 검사액이 표피까지 도달하도록 한다. 검사과정 중 너무 깊이 찔러 피가 비치거나 통증을 유발하지 않도록 주의하며, 각 항원의 검사에는 각각의 다른 침을 사용한다. 바늘로 찌른 후 1분이 경과하면 근접된 항원이 서로 묻지 않도록 조심해서 점적한 항원을 닦아낸다. 나타나는 반응이 최대에 이르는 시간은 피부단자에 사용한 도구나 검사 부위에 따라 약간 차이가 나지만 흔히 15분 뒤에 팽진과 발적의 크기(mm)를 측정한다(대한 천식 및 알레르기 학회, 2002).

이번 연구에서는 위와 같은 방식으로 조사기간 동안 알레르기 피부단자시험을 받은 환자 전원을 대상으로 검사 결과를 확인하여 분석자료의 데이터베이스를 구축하였다.

검사결과는 팽진의 평균지름을 이용하여 판정하였다. 평균지름의 계산은 팽진의 가장 넓은 직경과 그 직선에 양측을 2등분하여 직각으로 그은 좁은 직경들을 측정하여 합한 후 2로 나누었다. 동일한 항원으로 동일인에게 피부시험을 시행하더라도 상황에 따라서 반응이 서로 다르게 나타날 수 있으므로 항원 단독에 의한 판정보다는 히스타민 양성 대조액과 알레르겐의 반응을 비교하여 판정하는 것이 더 바람직하다. 그리고 항원에 의해서 발생한 팽진의 크기가 양성 대조액에 의하여 생긴 팽진보다 클 경우 원인 알레르겐으로서 임상적 의미를 가진다(손병관과 임대현, 2007). 그래서 수목류 꽃가루에 해당하는 각각의 항원과 양성 대조액인 히스타민의 팽진 크기를 비교하여 감작 여부를 판단하였다. 음성 대조액에 반응을 보이지 않으면서 총 12종의 수목류 꽃가루 항원 중 한 개 이상에서 히스타민의 팽진보다 크거나 같을 경우 수목류 꽃가루에 감작되었다고 정의하였다.

C. 기상자료

기상자료는 기상청에서 측정한 자료를 활용하였다. 알레르기 피부단자 시험을 받은 대상자와 동일한 연도에 해당하는 2001년을 제외한 1999년부터 2008년까지의 수원시 기상요인들을 조사하였다. 기상요인들은 일별 평균기온, 최고기온, 최저기온, 상대습도, 풍속, 강수량이었다.

D. 통계분석

환자가 수목류 꽃가루에 노출되어 알레르기 증상이 발생하고, 그로 인해 병원에 내원하여 진료를 받고 알레르기 피부단자시험을 받기까지 1개월에서 2개월의 시간 차이(time lag)가 있다고 가정하였다. 국내 수목류 꽃가루 농도가 높아지는 시기가 3월에서 5월 사이인 점(오재원, 2009)을 감안하여 실제로 수목류 꽃가루에 감작된 환자가 병원에 내원하는 시기를 4월에서 7월 사이라고 생각하였다. 그래서 대상자 중 4월에서 7월 사이에 검사를 받은 환자를 추출하였다. 수목류 꽃가루 농도에 영향을 미칠 수 있고, 대상자들이 검사를 받은 시기보다 시간적으로 선행되어야 하기 때문에 기상자료 중 2, 3, 4월의 기상요인을 선택하여 월평균값을 구하였다.

연도별 연구 대상자 수, 성별 분포, 평균 연령, 수목류 꽃가루에 감작된 환자 수의 분포와 2, 3, 4월 기상요인들의 월평균과 표준표차를 기술통계를 이용해 조사하였다. 수목류 꽃가루에 감작된 환자 수와 기상요인들간의 상관성을 알기 위해 상관분석을 하였다. 상관분석에서 유의하게 나온 기상요인과 수목류 꽃가루에 감작된 환자의 내원 사이의 연관성을 파악하기 위해 로지스틱 회귀분석을 하였다. 알레르기 피부단자시험 수와 수목류 꽃가루 감작 환자 수의 연도별 변화 추세를 파악하기 위해 선형회귀분석을 하였다. 선형회귀분석을 통해 얻어진 각각의 회귀식을 이용해 1999년과 2008년도의 기대값을 구한 다음, 비(ratio)를 계산하여 10년 동안의 증가율을 구하였다. p값이 0.05보다 작은 경우 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다. SPSS 통계프로그램을 이용해 통계분석을 하였다.

III. 결과

A. 연구 대상자의 특성 및 기상요인

2001년을 제외한 1999년부터 2008년까지 4월에서 7월 사이에 아주대학교 병원에서 알레르기 피부단자시험을 받은 성인환자는 총 4,715명이었다. 대상자의 평균 연령은 38.4세(표준편차, 13.41세)였으며, 그 중에서 남자는 2,206명(46.8%)이었다. 수목류 꽃가루에 감작된 환자 수는 965명이었다(Table 1). 연도별 2, 3, 4월 기상요인들의 월평균값은 Table 2와 같았다.

Table 1. Characteristics of the study subjects.

| Year | Total patients-no. | Male-no.(%) | Mean age-yr(SD) | Patients sensitized to tree pollen-no.(%) |
|-------|--------------------|-------------|-----------------|---|
| 1999 | 325 | 143(44.0) | 38.6(13.35) | 42(12.9) |
| 2000 | 372 | 155(41.7) | 37.9(12.87) | 57(15.3) |
| 2002 | 416 | 184(44.2) | 38.3(12.85) | 87(20.9) |
| 2003 | 533 | 232(43.5) | 37.6(12.25) | 140(26.3) |
| 2004 | 455 | 229(50.3) | 38.7(12.12) | 101(22.2) |
| 2005 | 511 | 254(49.7) | 38.3(13.43) | 87(17.0) |
| 2006 | 533 | 254(47.7) | 39.4(13.73) | 107(20.1) |
| 2007 | 635 | 312(49.1) | 38.7(13.58) | 135(21.3) |
| 2008 | 935 | 443(47.4) | 38(14.71) | 209(22.4) |
| Total | 4,715 | 2,206(46.8) | 38.4(13.41) | 965(20.5) |

SD: standard deviation.

Table 2. Monthly means of meteorological factors in February, March and April.

| Month | Meteorological factors Mean(SD) | Year | | | | | | | | | |
|-------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| | | 1999 | 2000 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | |
| Feb | Aver Temp-°C | 0.4(3.48) | -2.1(2.40) | 0.4(2.41) | 0.7(2.54) | 1.9(3.85) | -1.7(3.70) | -0.1(4.20) | 3.3(3.11) | -1.6(2.58) | |
| | Max Temp-°C | 5.3(3.92) | 2.7(3.11) | 6.0(3.19) | 5.3(2.85) | 7.5(5.03) | 2.9(3.93) | 4.6(4.86) | 9.1(4.14) | 3.7(3.49) | |
| | Min Temp-°C | -4.2(3.89) | -7.0(2.70) | -4.8(2.91) | -3.8(3.31) | -3.0(3.65) | -6.1(3.83) | -4.5(4.09) | -1.6(3.23) | -6.9(2.84) | |
| | Relat Hum-% | 67.0(15.90) | 57.7(14.54) | 59.6(13.23) | 64.5(11.11) | 56.3(11.17) | 46.8(11.39) | 53.6(15.10) | 66.4(13.49) | 55.9(11.68) | |
| | Wind speed-m/s | 1.9(1.11) | 1.9(0.91) | 1.8(0.80) | 1.0(0.56) | 2.4(1.07) | 2.6(1.19) | 2.1(0.87) | 1.6(0.84) | 1.7(0.72) | |
| | Precipitation-mm | 0.1(0.24) | 0.0(0.11) | 0.1(0.35) | 1.7(4.96) | 1.5(4.96) | 0.5(1.82) | 0.7(2.31) | 0.5(2.13) | 0.3(1.00) | |
| | | | | | | | | | | | |
| Mar | Aver Temp-°C | 6.0(3.08) | 5.6(3.41) | 6.2(3.23) | 5.3(3.83) | 5.7(4.42) | 4.1(3.46) | 5.0(3.47) | 6.0(4.09) | 6.8(3.09) | |
| | Max Temp-°C | 11.8(4.05) | 11.6(4.18) | 12.1(4.17) | 10.1(4.84) | 11.5(5.63) | 9.4(4.45) | 10.7(4.59) | 11.0(4.22) | 12.5(4.10) | |
| | Min Temp-°C | 0.5(3.26) | -0.1(3.51) | 0.7(3.38) | 0.6(3.74) | 0.2(3.69) | -0.7(3.28) | 0.1(3.20) | 1.2(4.43) | 2.1(3.11) | |
| | Relat Hum-% | 59.5(11.01) | 57.1(12.73) | 59.1(10.75) | 62.3(11.80) | 49.7(13.77) | 53.6(12.42) | 51(12.55) | 69.8(14.47) | 68.4(14.09) | |
| | Wind speed-m/s | 1.9(1.02) | 1.7(0.71) | 2.3(0.91) | 1.5(0.78) | 2.4(0.88) | 2.6(0.99) | 2.7(1.09) | 2.0(1.05) | 1.7(0.57) | |
| | Precipitation-mm | 1.7(5.89) | 0.1(0.28) | 1.2(3.61) | 0.9(1.74) | 0.5(1.61) | 0.8(2.16) | 0.2(0.62) | 4.4(9.25) | 1.8(5.94) | |
| | | | | | | | | | | | |
| Apr | Aver Temp-°C | 12.8(3.99) | 11.6(2.54) | 12.7(3.56) | 12.4(2.56) | 12.2(3.71) | 12.6(3.47) | 11.3(2.55) | 11.1(2.81) | 13.3(3.39) | |
| | Max Temp-°C | 19.1(5.44) | 17.7(3.19) | 18.7(4.62) | 17.9(4.08) | 18.6(4.76) | 18.7(4.03) | 16.5(3.05) | 16.6(3.5) | 20.0(4.55) | |
| | Min Temp-°C | 7.4(3.72) | 5.9(3.14) | 7.1(3.51) | 7.6(2.38) | 6.5(3.61) | 7.0(3.89) | 6.5(2.89) | 6.1(2.54) | 7.2(3.16) | |
| | Relat Hum-% | 67.1(9.38) | 55.4(14.09) | 57.0(16.20) | 62.5(19.67) | 52.5(12.63) | 54.6(11.48) | 56.6(12.64) | 64.1(11.66) | 61.4(11.84) | |
| | Wind speed-m/s | 2.1(1.07) | 1.5(0.50) | 2.4(0.91) | 2.3(0.75) | 2.3(0.79) | 2.4(0.76) | 2.7(1.11) | 2.0(0.58) | 2.0(0.77) | |
| | Precipitation-mm | 2.5(6.38) | 0.7(1.82) | 5.1(13.65) | 6.1(12.90) | 2.1(6.01) | 2.9(7.90) | 2.0(5.22) | 0.8(2.04) | 1.4(2.82) | |
| | | | | | | | | | | | |

SD: standard deviation, Aver Temp: average temperature, Max Temp: maximum temperature, Min Temp: minimum temperature,

Relat Hum: relative humidity.

B. 수목류 꽃가루 감작 환자 수와 기상요인간의 상관성

연도별 4월에서 7월까지 수목류 꽃가루에 감작된 환자 수와 2, 3, 4월 기상요인들의 월평균값 간의 상관분석을 하였다. 그 결과, 수목류 꽃가루 감작 환자 수가 2월, 4월의 기상요인들과는 유의한 상관성이 없었고, 3월 기상요인 중에서는 최저기온이 유의한 상관성을 나타냈다($R=0.754$, $p=0.019$) (Table 3). 연도별 3월 최저기온과 수목류 감작 환자 수가 상관이 높게 나타났으며, 2005년 이후로는 3월 최저기온과 환자 수가 지속적으로 상승하는 추세인 것으로 나타났다(Fig. 2). 3월 최저기온과 수목류 감작 환자 수의 산점도에서 양의 방향으로 강한 선형적 상관관계가 있는 것을 알 수 있다(Fig. 3).

Table 3. Correlations between the meteorological factors in February, March and April and numbers of patients sensitized to tree pollen from April to July.

| Month | Meteorological factors | R | p-value |
|-------|-------------------------------|--------|---------|
| Feb | Aver Temp- $^{\circ}\text{C}$ | 0.064 | 0.870 |
| | Max Temp- $^{\circ}\text{C}$ | 0.115 | 0.769 |
| | Min Temp- $^{\circ}\text{C}$ | -0.011 | 0.977 |
| | Relat Hum-% | -0.051 | 0.897 |
| | Wind speed-m/s | -0.398 | 0.289 |
| | Precipitation-mm | 0.300 | 0.433 |
| Mar | Aver Temp- $^{\circ}\text{C}$ | 0.389 | 0.301 |
| | Max Temp- $^{\circ}\text{C}$ | 0.115 | 0.769 |
| | Min Temp- $^{\circ}\text{C}$ | 0.754 | 0.019 |
| | Relat Hum-% | 0.565 | 0.113 |
| | Wind speed-m/s | -0.289 | 0.451 |
| | Precipitation-mm | 0.334 | 0.379 |
| Apr | Aver Temp- $^{\circ}\text{C}$ | 0.212 | 0.585 |
| | Max Temp- $^{\circ}\text{C}$ | 0.156 | 0.688 |
| | Min Temp- $^{\circ}\text{C}$ | 0.224 | 0.563 |
| | Relat Hum-% | 0.166 | 0.669 |
| | Wind speed-m/s | 0.019 | 0.961 |
| | Precipitation-mm | -0.005 | 0.990 |

There was significant correlation between minimum temperature in March and number of patients sensitized to tree pollen($R=0.754$, $p=0.019$). R: Pearson's correlation coefficient.

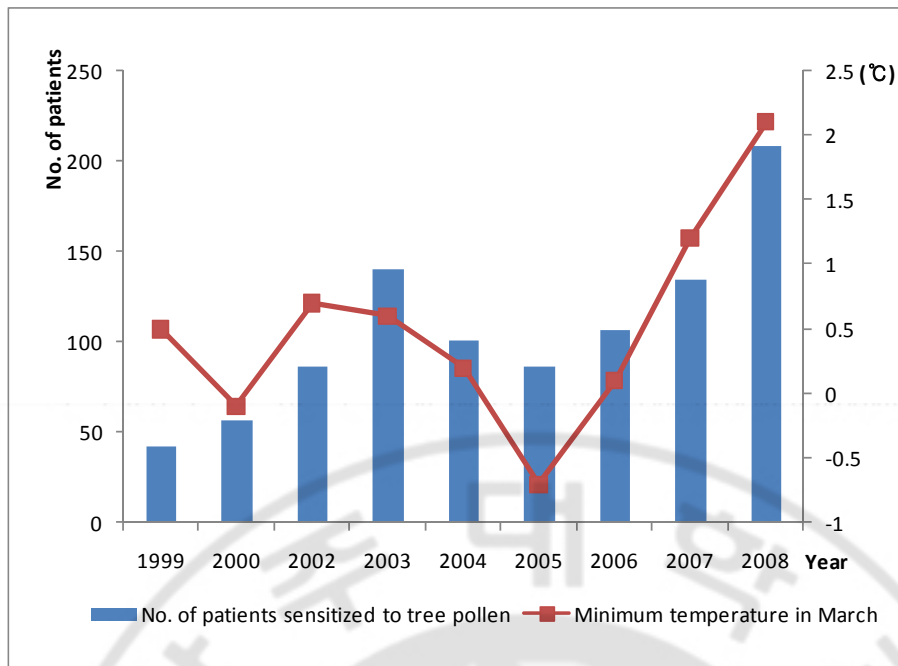


Fig. 2. Annual minimum temperature in March and number of patients sensitized to tree pollen between April and July. Both trends were similar.

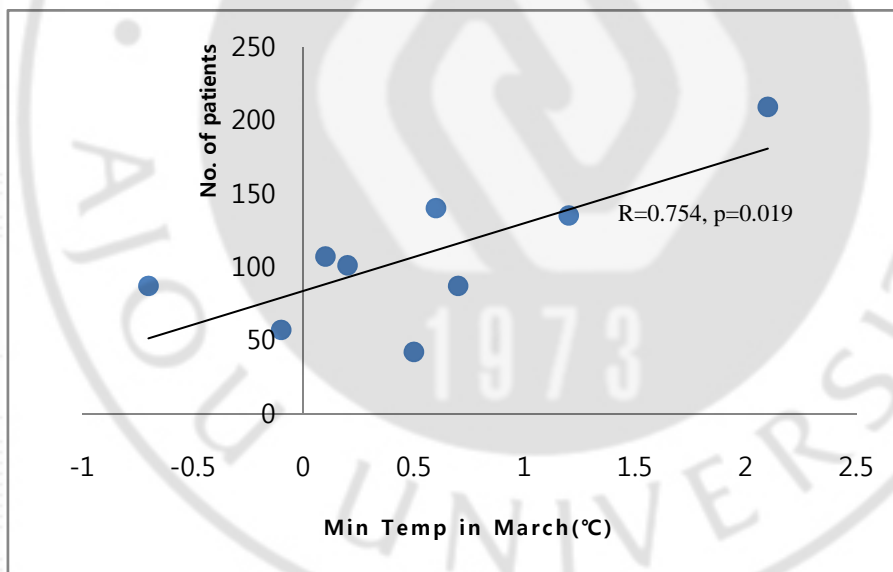


Fig. 3. Scatter plot between minimum temperatures in March and numbers of patients sensitized to tree pollen between April and July. There was positive correlation between two variables.

C. 수목류 꽃가루 감작 환자와 3월 최저기온간의 연관성

상관분석에서 유의한 기상요인이었던 3월 최저기온이 수목류 꽃가루 감작 환자와 어떤 연관성이 있는지 분석하였다. 그 결과, 3월 최저기온과 같은 해 4월에서 7월까지 병원에 내원한 알레르기 환자의 수목류 꽃가루에 대한 감작여부 사이에 유의한 연관성을 보였다(Table 4). 비차비(odds ratio)는 3월 최저기온이 섭씨1도 높아질 때 병원에 방문해 알레르기 피부단자시험을 받은 알레르기 환자가 수목류 꽃가루에 감작된 환자일 확률로 해석할 수 있다. 따라서 성별과 나이를 보정하지 않은 상태에서 3월 최저기온이 섭씨1도 높아지면 수목류 꽃가루에 감작된 환자일 확률이 12.1%증가하는 것으로 나타났다(95% 신뢰구간, 1.034-1.216). 그리고 성별과 나이를 보정한 상태에서도 11.6%만큼 유의하게 증가하는 결과를 보였다(95% 신뢰구간, 1.029-1.211).

Table 4. Sensitization to tree pollen of patients with allergic skin prick test from April to July according to minimum temperature in March.

| | Odds ratio | 95% CI |
|------------|------------|-------------|
| Unadjusted | 1.121 | 1.034-1.216 |
| Adjusted* | 1.116 | 1.029-1.211 |

Independent variable: minimum temperature in March.

Dependent variable: sensitization on tree pollen of patients with allergic skin prick test from April to July.

There was significant association between the minimum temperature in March and the sensitization to tree pollen of patients (OR, 1.116; 95% CI, 1.029-1.211). CI: confidence interval. * Adjusted for sex and age.

D. 수목류 꽃가루 감작 환자 수의 변화 추세

알레르기 피부단자시험 수와 수목류 꽃가루에 감작된 환자 수의 선형회귀분석 결과 연도에 따라 둘 다 유의하게 증가하는 경향을 보였다(각각 $p=0.002$, $p=0.007$). 알레르기 피부단자시험 수의 1999년 기대값은 294였고 2008년 기대값은 753이었다. 수목류 꽃가루에 감작된 환자 수의 기대값은 1999년이 48, 2008년이 166이었다. 2008과 1999년 기대값의 비를 이용해 10년 동안의 증가율을 구하면 알레르기 피부단자시험 수는 2.6배 증가한 반면, 수목류 꽃가루에 감작된 환자 수는 3.5배 증가하여 더 높은 증가율을 보였다(Fig. 4, Table 5).

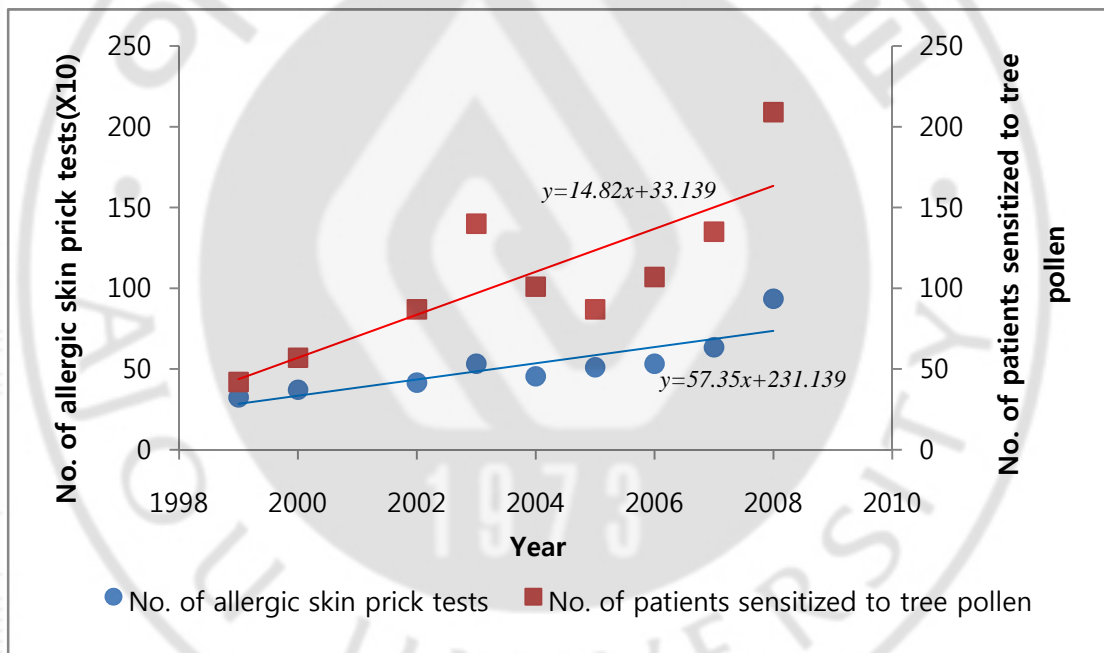
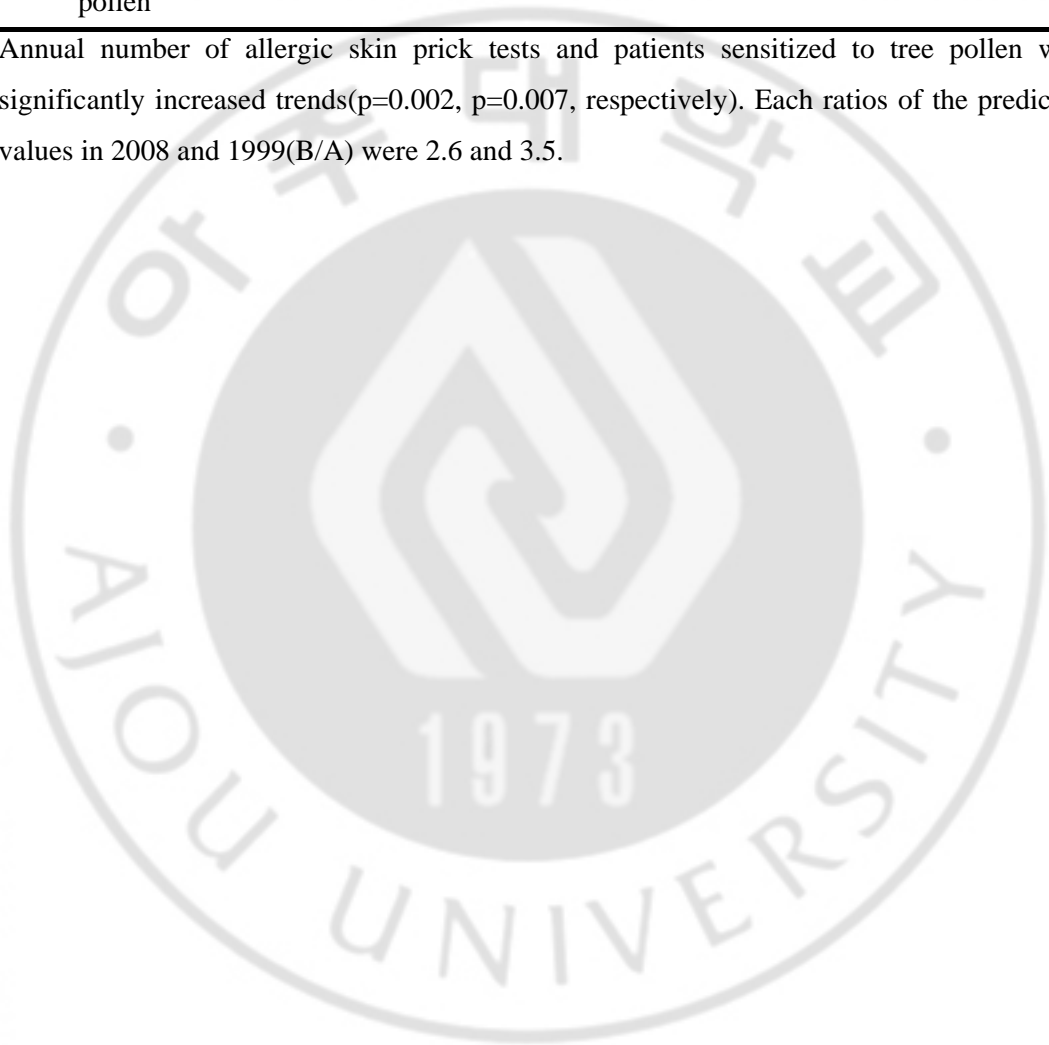


Fig. 4. Annual number of allergic skin prick tests and patients sensitized to tree pollen between April and July from 1999 to 2008 except 2001. Both were significantly increased trends. But number of patients increased more rapidly.

Table 5. Linear regressions of annual number of allergic skin prick tests and patients sensitized to tree pollen.

| | Coefficient | R ² | P-value | Predictive value in 1999 (A) | Predictive value in 2008 (B) | B/A |
|---|-------------|----------------|---------|------------------------------|------------------------------|-----|
| No. of allergic skin prick tests | 57.35 | 0.757 | 0.002 | 294 | 753 | 2.6 |
| No. of patients sensitized to tree pollen | 14.82 | 0.664 | 0.007 | 48 | 166 | 3.5 |

Annual number of allergic skin prick tests and patients sensitized to tree pollen were significantly increased trends ($p=0.002$, $p=0.007$, respectively). Each ratios of the predictive values in 2008 and 1999(B/A) were 2.6 and 3.5.



IV. 고 찰

본 연구 결과에서 3월 최저기온이 높을수록 수목류 꽃가루에 감작된 환자들의 내원이 증가하는 것으로 나타났다. 즉, 기상요인에 의해서 수목류 꽃가루 알레르기 환자가 영향을 받을 가능성을 보여주었다. 이는 기후변화로 인해 앞으로 지속적으로 기온이 상승하게 되면 꽃가루 알레르기 질환에 의한 부담이 늘어날 수 있는 가능성을 보여준다. 국내의 7개 도시(서울, 부산, 대구, 대전, 광주, 인천, 강릉)를 대상으로 1971년부터 2007년까지 37년간 연평균 기온의 변화 추세를 살펴보면 12.35℃에서 13.79℃로 1.44℃가 상승하였다. 그리고 10년 단위로 기상의 변화를 월별로 분석한 결과, 3월 최저기온이 지속적으로 상승하고 있는 것으로 나타났다(장재연 등, 2008). 이러한 장기적인 국내의 기후변화 추세는 수목류 꽃가루 알레르기 환자가 지속적으로 증가할 수 있음을 보여준다고 할 수 있다.

기존 연구 중에서 알레르기 질환과 기후와의 연관성을 조사한 연구로는 Epton 등이 기온과 최대호기유속(peak expiratory flow rate) 사이에 일관적으로 양의 연관성이 있었으나 크기는 약하였고, 천식 증상은 기상요인과 관련이 없는 것으로 보고한바 있다(Epton 등, 1997). 하지만 이 연구에서 많은 대상자들이 천식약을 사용하고 있다는 제한점이 있었다. 스페인의 세 도시를 대상으로 시행된 연구에서는 어린이 아토피 피부염과 기상요인 사이에 연관성이 있는 것으로 보였다(Suarez-Varela 등, 2008). 이 연구의 저자는 아토피 피부염의 유병율은 강수량, 습도와 양의 상관성이 있고 연평균 기온, 일조시간과는 음의 상관성이 있다고 설명하였다. 하지만 상관성에 대한 통계검증을 하지는 않았다. 이 연구가 본 연구와 상반된 결과를 보인 이유는 기상요인에 의해서 알레르기 질환이 악화되는 기전이 다르기 때문인 것으로 생각된다. 다시 말해, 꽃가루 알레르기는 기온 상승에 의해 증가된 꽃가루가 환자들에게 노출될 기회가 상승하여 환자들이 꽃가루를 흡입할 확률이 높아지는 반면에, 아토피 피부염은 낮은 기온이 직접적으로 피부병리에 영향을 주기 때문인 것으로 보인다. 위와 같은

기존의 연구들은 객관적인 검사를 이용해 알레르기의 원인을 규명한 것이 아니기 때문에 꽃가루 알레르기 뿐만 아니라 다양한 원인의 알레르기 환자가 대상자에 포함되었을 가능성이 있다. 이러한 한계를 해결하기 위해 본 연구에서는 알레르기 피부단자시험을 통해 원인 알레르겐을 정확하게 파악하였기 때문에 수목류 꽃가루 알레르기 환자와 기상요인 간에 연관성이 있는 것으로 나타난 것은 큰 의미가 있다고 할 수 있다.

기후가 꽃가루와 알레르기 질환에 영향을 주는 과정을 명확히 알기 위해서 기상요인, 꽃가루, 알레르기 질환을 같이 분석할 필요가 있다(Reid와 Gamble, 2009). 본 연구에서 조사대상 병원이 위치한 수원지역의 꽃가루 자료가 없었기 때문에 수목류 꽃가루 알레르기 환자와 관련이 있는 것으로 밝혀진 3월 최저기온이 수목류 꽃가루에도 영향을 미치는지 동시에 분석하지 못했다. 그러나 수원지역과 가장 가까운 서울지역의 꽃가루 자료가 대한 소아알레르기 및 호흡기학회의 화분연구회를 통해 공개되고 있어서 그 자료를 사용하여 꽃가루 농도와 기온과의 상관관계를 분석하여 보았다. 1998년부터 2007년까지 10년 동안 서울지역의 3월 최저기온의 월평균값과 3월부터 7월까지의 수목류 꽃가루 농도의 월평균값을 이용하여 상관분석을 한 결과, 4월의 월평균 수목류 꽃가루 농도가 3월 최저기온과 유의한 양의 상관성을 나타냈다($R=0.725$, $p=0.018$) (Appendix 1, 2). 이 결과를 통해 수원지역 역시 3월 최저기온이 수목류 꽃가루 농도와 관련이 있을 가능성이 높다고 할 수 있다.

본 연구에서 10년간 수목류 꽃가루에 감작된 환자 수가 증가하는 경향을 보였다. 이런 결과가 병원에 내원하는 환자 증가 추세 때문에 우연히 발생하는 현상일 수도 있다. 그러나 병원 전체 외래 환자를 보정했을 때도 수목류 꽃가루에 감작된 환자 수가 유의하게 증가하는 것으로 나타났다(Appendix 3). 또한 알레르기 피부단자시험을 받은 환자 수에 비해 수목류 꽃가루 감작 환자 수의 증가율이 더 큰 것으로 나타났다. 따라서 수목류 꽃가루에 감작된 환자의 비율의 증가는 단순히 병원에 내원하는 전체 환자의 증가 때문이 아니라는 의미가 된다. 오히려 알레르기 환자의 내원 증가를 일으키는 여러 가지 원인들 중에서 수목류 꽃가루가 차지하는 비중이 점차 커지는 것으로 해석할 수 있다.

국내에서 시행된 연구에 따르면 기관지 천식 환자를 대상으로 흡입성 알레르겐에 대한 피부반응도의 변화 양상을 조사한 결과에서 1980년대 수목류 꽃가루 항원군에 대한 양성률은 8.8%인 것에 비해 1990년대는 19.0%로 수목류 꽃가루에 의한 감작이 통계적으로 유의하게 증가하였다. 수목류 꽃가루 뿐만 아니라 잡초류 꽃가루에 의한 감작이 25.6%에서 40.9%, 목초류 꽃가루는 10.4%에서 20.3%로 유의하게 증가한 것으로 나타났다(김철우 등, 2001). 이는 수목류 꽃가루에 감작된 환자가 증가하고 있다는 본 연구의 결과와 일치한다고 볼 수 있다.

본 연구에서는 여러 가지 기상요인들 중에서 기온만 수목류에 감작된 환자의 내원과 연관이 있는 것으로 나타났다. 기존의 연구들 중에서 기온 외에 다른 기상요인들도 수목류 꽃가루의 농도 및 개화시기, 알레르기성에 영향을 준다고 보고된 것이 있다. 폴란드와 슬로바키아의 연구에서는 기온과 상대습도가 꽃가루 농도와 관련이 있었다(Bartkova-Scevkova, 2003; Weryszko-Chmielewska 등, 2006). 미국과 핀란드, 덴마크의 연구에서 기온이 수목류의 개화시기와 유의한 상관관계가 있었다(Levetin, 2001; Rasmussen, 2002; Yli-Panula 등, 2009). 그리고 일본의 연구에서 삼나무의 개화시기와 꽃가루 양이 기온과 유의한 상관성이 있었고(Teranishi 등, 2000), 한국에서는 기온과 강수량이 꽃가루 농도에 결정적인 기상요인인 것으로 나타났다(오재원, 2009). 또한 자작나무 꽃가루의 알레르기성이 기온과 관련이 있다는 보고가 있었다(Ahlholm 등, 1998). 다양한 국가에서 시행된 연구에서 여러 가지 기상요인들이 꽃가루에 영향을 주는 것으로 나타났지만, 모든 연구에서 일관적으로 유의한 결과를 보이는 기상요인은 기온이었다. 그리고 기온만 꽃가루와 유의한 상관성을 보인 연구들도 많았다. 이것으로 보아 본 연구의 결과도 기존 연구들의 결과와 크게 다르지 않다는 것을 알 수 있다.

기존 연구들의 결과에서 기온과 꽃가루 농도 사이의 시간 차이는 일정하지 않았다. 스위스에서 시행된 연구 결과, 개암나무와 잔디류 꽃가루의 1년간 총량이 개화시기 한달 전 기온과 유의한 상관성이 있는 것으로 나타났다(Frei, 1998). 그러나 덴마크에서 시행된 연구에서 자작나무 꽃가루의 1년간 총량이

전년도 5월에서 7월 사이의 평균기온과 양의 상관성을 보였다(Rasmussen, 2002). 또한 일본의 삼나무 꽃가루에 대한 연구에서도 꽃가루 양과 전년도 7월 평균기온 사이에 유의한 상관성을 보였다(Teranishi 등, 2000). 폴란드에서 시행한 연구에서는 물푸레나무, 자작나무, 굴참나무의 농도와 기온 사이에 유의한 상관성을 보였으나, 일별 자료를 이용하였기 때문에 시간 차이는 알 수 없었다(Weryszko-Chmielewska 등, 2006). 슬로바키아에서 자작나무 꽃가루를 이용한 연구에서도 비슷한 결과를 보였다(Bartkova-Scevkova, 2003). 하지만 대부분의 기존 연구에서 기온 상승이 수목류 꽃가루의 농도 증가보다 선행되는 것은 공통적으로 나타난 현상이다. 본 연구의 분석에서도 3월 최저기온이 높을수록 4월 수목류 꽃가루 농도가 증가하는 결과를 보였다.

본 연구에서 여러 가지 제한점이 있다. 첫째로 오존, 이산화황, 이산화질소, 미세먼지와 같은 대기오염 물질에 대한 보정이 없었다. 대기오염 물질은 알레르기 질환의 독립적인 원인일 뿐만 아니라 대기 중 알레르겐이 알레르기 질환에 미치는 영향을 변화시킬 수 있다(Reid와 Gamble, 2009). 둘째, 환자 개인에 관한 정보가 부족하였다. 환자의 거주지, 사회경제학적 수준, 알레르기 질환에 대한 가족력, 동반 질환, 약물 복용력, 꽃가루 계절 시 마스크 쓰거나 외출제한과 같은 대처 행동 등 알레르기 질환과 관련된 변수들을 확인하지 못하였다. 특히 조사대상 병원에 내원하는 환자들이 모두 수원시에 거주하는 것이 아니기 때문에 수원시 기상요인만을 사용하는데 한계가 있을 것으로 생각된다.

본 연구의 결과와 기존 연구들의 결과를 종합적으로 고려하여 기상요인이 수목류 꽃가루 알레르기 환자의 내원에 영향을 주는 경로를 생각해 보면 다음과 같다. 즉, 3월 최저기온이 상승하면 수목류 꽃가루의 농도가 증가하고, 그로 인해 알레르기 환자의 증상이 악화되어 내원이 증가한다고 추론할 수 있다.

V. 결 론

최근 기후변화로 인해 기온이 지속적으로 상승하면서 여러 가지 건강 영향을 나타내고 있다. 그 중 알레르기 질환을 유발하고 악화시키는 꽃가루는 기후변화에 특히 민감하게 반응하여 농도가 증가하고, 개화시기가 빨라지며 알레르기성이 증가한다. 그로 인해 알레르기 환자의 발생 및 증상악화가 더욱 급속해질 수 있다. 따라서 사전에 적절한 대응을 통한 질병 부담 증가를 예방하는 것이 필요하다. 그런 의미에서 본 연구의 결과는 꽃가루 알레르기 환자가 기후변화의 지표인 기온과 관련이 있다는 근거를 제시하였다고 할 수 있다. 그리고 지금까지 기후변화와 꽃가루에 관한 연구는 많았지만 기후변화와 알레르기 환자 간의 연구에서 알레르기 피부단자시험을 이용해 원인 항원을 정확히 분류하여 기상요인과의 상관성을 분석한 연구는 없었다는 점에서 본 연구는 의미가 있다고 할 수 있다.

앞으로 기상요인, 꽃가루, 환자 사이의 연관성을 좀 더 정확히 알기 위하여 동일 지역에서 측정된 자료들을 활용할 수 있고, 알레르기 질환의 여러 가지 혼란변수를 보정할 수 있는 역학 연구가 필요하다.

참고 문헌

1. 김철우, 이재훈, 정혜원, 최소래, 정준원, 박중원, 홍천수: 기관지천식 환자에서 흡입성 알레르겐에 대한 피부반응도의 변화양상. *천식 및 알레르기* 21: 205-215, 2001
2. 대한 천식 및 알레르기 학회: 천식과 알레르기 질환. 군자출판사, pp.113-115, 2002
3. 대한 천식 및 알레르기 학회: 천식과 알레르기 질환. 군자출판사, pp.117-129, 2002
4. 대한 천식 및 알레르기 학회: 천식과 알레르기 질환. 군자출판사, pp.135, 2002
5. 손병관, 임대현: 알레르기 피부시험. *Korean J Pediatr* 50: 409-415, 2007
6. 오재원: 대기 중 알레르기 화분(꽃가루) 농도 예보제 개발. *대한의사협회지* 52: 579-591, 2009
7. 장재연, 기모란, 김호, 정해관, 홍윤철, 조수남, 김선자, 김시현, 윤민정, 김소연: 기후변화에 따른 건강피해 모니터링 및 위험인구 감소전략 개발 연구. 아주대학교 건강증진사업지원단, pp.169-180, 2008
8. Access Economics: The economic impact of allergic disease in Australia: not to be sneezed at, Australia, pp.24-70, 2007
9. Ahlholm JU, Helander ML, Savolainen J: Genetic and environmental factors affecting the allergenicity of birch (*Betula pubescens* ssp. *czerepanovii* [Orl.] Hamet-Ahti) pollen. *Clin Exp Allergy* 28: 1384-1388, 1998
10. Bartkova-Scevkova J: The influence of temperature, relative humidity and rainfall on the occurrence of pollen allergens (*Betula*, *Poaceae*, *Ambrosia artemisiifolia*) in the atmosphere of Bratislava (Slovakia). *Int J Biometeorol* 48: 1-5, 2003
11. Beggs PJ, Bambrick HJ: Is the global rise of asthma an early impact of anthropogenic climate change? *Environ Health Perspect* 113:915-919, 2005

12. Beggs PJ: Impacts of climate change on aeroallergens: past and future. *Clin Exp Allergy* 34: 1507-1513, 2004
13. Dales RE, Cakmak S, Judek S, Coates F: Tree pollen and hospitalization for asthma in urban Canada. *Int Arch Allergy Immunol* 146: 241-247, 2008
14. D'Amato G, Ceechi L, Bonini S, Nunes C, Annesi-Maesano I, Behrendt H, Liccardi G, Popov T, van Cauwenberge P: Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. *Allergy* 63: 976-990, 2007
15. Eder W, Ege MJ, von Mutius E: The asthma epidemic. *N Engl J Med* 355: 2226-2235, 2006
16. Emberlin J, Detandt M, Gehrig R, Jaeger S, Nolard N, Rantio-Lehtimaki A: Response in the start of *Betula* (birch) pollen seasons to recent changes in spring temperatures across Europe. *Int J Biometeorol* 46: 159-170, 2002
17. Epton MJ, Martin IR, Graham P, Healy PE, Smith H, Balasubramaniam R, Harvey IC, Fountain DW, Hedley J, Town GI: Climate and aeroallergen levels in asthma: a 12 month prospective study. *Thorax* 52: 528-534, 1997
18. Frei T, Gassner E: Climate change and its impact on birch pollen quantities and the start of the pollen season an example from Switzerland for the period 1969-2006. *Int J Biometeorol* 52: 667-674, 2008
19. Frei T: The effects of climate change in Switzerland 1969-1996 on airborne pollen quantities from hazel, birch and grass. *Grana* 37: 172-179, 1998
20. Hjelmroos M, Schumacher MJ, Van Hage-Hamsten M: Heterogeneity of pollen proteins within individual *Betula pendula* tree. *Int Arch Allergy Immunol* 108: 368-376, 1995
21. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge, Cambridge University Press, pp.402-403, 2007
22. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): *Climate Change 2007: Synthesis Report*. Geneva, Switzerland, pp.30-45, 2007

23. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Climate Change 2007: Synthesis Report. Geneva, Switzerland, pp.48-54, 2007
24. Kishikawa R, Koto E, Iwanaga T, So N, Kamori C, Shoji S, Nishima S, Ishikawa T: Long-term study of airborne allergic pollen count, *C. Japonica* and cupressaceae in Japan. *Arerugi* 50: 369-378, 2001
25. Levetin E: Effects of climate change on airborne pollen. *J Allergy Clin Immunol* 107 (suppl 1): 172, 2001
26. Mosges R: The increasing prevalence of allergy: a challenge for the physician. *Clin Exp All Rev* 2: 13-17, 2002
27. Rasmussen A: The effects of climate change on the birch pollen season in Denmark. *Aerobiologia* 18: 253-265, 2002
28. Reid CE, Gamble JL: Aeroallergens, allergic disease, and climate change: impacts and adaptation. *Ecohealth* doi: 10.1007/s10393-009-0261-x, 2009
29. Schappi GF, Taylor PE, Kenrick J, Staff IA, Suphioglu C: Predicting the grass pollen count from meteorological data with regard to estimating the severity of hayfever symptoms in Melbourne (Australia). *Aerobiologia* 14: 29-37, 1998
30. Suarez-Varela MM, Alvarez LGM, Kogan MD, Gonzalez AL, Gimeno AM, Ontoso IA, Diaz CG, Pena AA, Aurrecoechea BD, Monge RMB, Quiros AB, Garrido JB, Canflanca IM, Varela ALS: Climate and prevalence of atopic eczema in 6- to 7-year-old school children in Spain. ISAAC PhASE III. *Int J Biometeorol* 52: 833-840, 2008
31. Teranishi H, Kenda Y, Katoh T, Kasuya M, Oura E, Taira H: Possible role of climate change in the pollen scatter of Japanese cedar *Cryptomeria japonica* in Japan. *Clim Res* 14: 65-70, 2000
32. Th F, Spiekma M, Emberlin JC, Hjelmroos M, Jager S, Leuschner RM: Atmospheric birch (*Betula*) pollen in Europe: Trends and fluctuations in annual quantities and the starting dates of the seasons. *Grana* 34: 51-57, 1995
33. Weryszko-Chmielewska E, Puc M, Piotrowska K: Effect of meteorological factors on *Betula*, *Fraxinus* and *Quercus* pollen concentrations in the atmosphere of Lublin and Szczecin, Poland. *Ann Agric Environ Med* 13: 243-249, 2006

34. Yli-Panula E, Fekedulegn DB, Green BJ, Ranta H: Analysis of airborne Betula pollen in Finland; a 31-year perspective. *Int J Environ Res Public Health* 6: 1706-1723, 2009

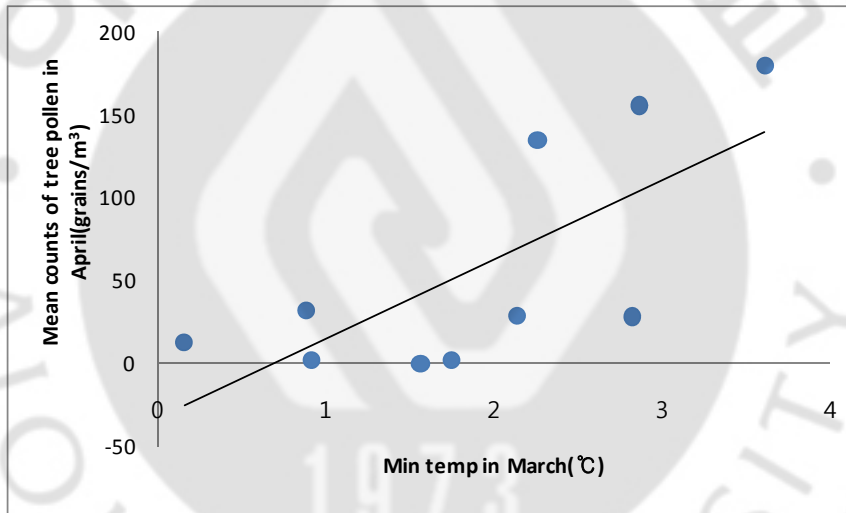


부 록

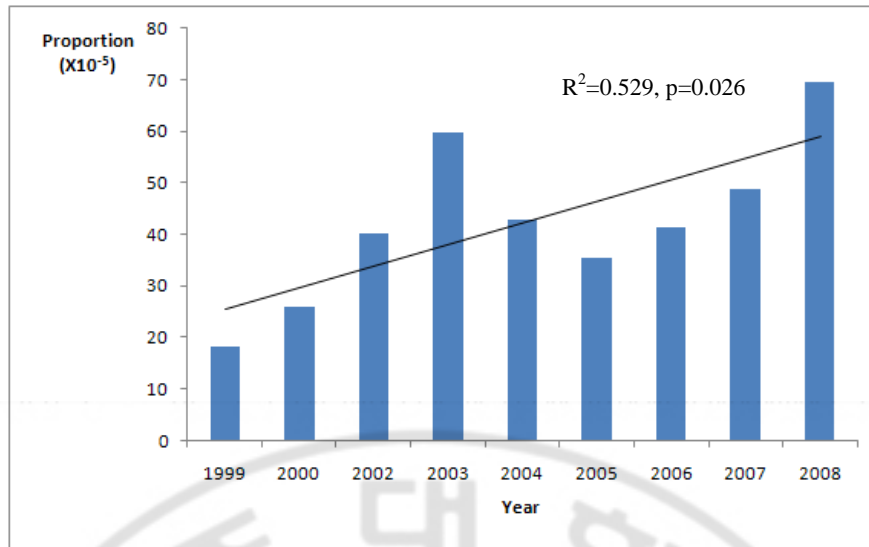
Appendix 1. Correlations between minimum temperatures in March and monthly mean counts of tree pollen from March to July.

| | | Monthly mean counts of tree pollen(grains/m ³) | | | | |
|----------------------|---------|--|-------|-------|--------|--------|
| | | March | April | May | June | July |
| Min temp in March | R | -0.08 | 0.725 | 0.471 | -0.097 | -0.219 |
| | p-value | 0.825 | 0.018 | 0.169 | 0.790 | 0.544 |

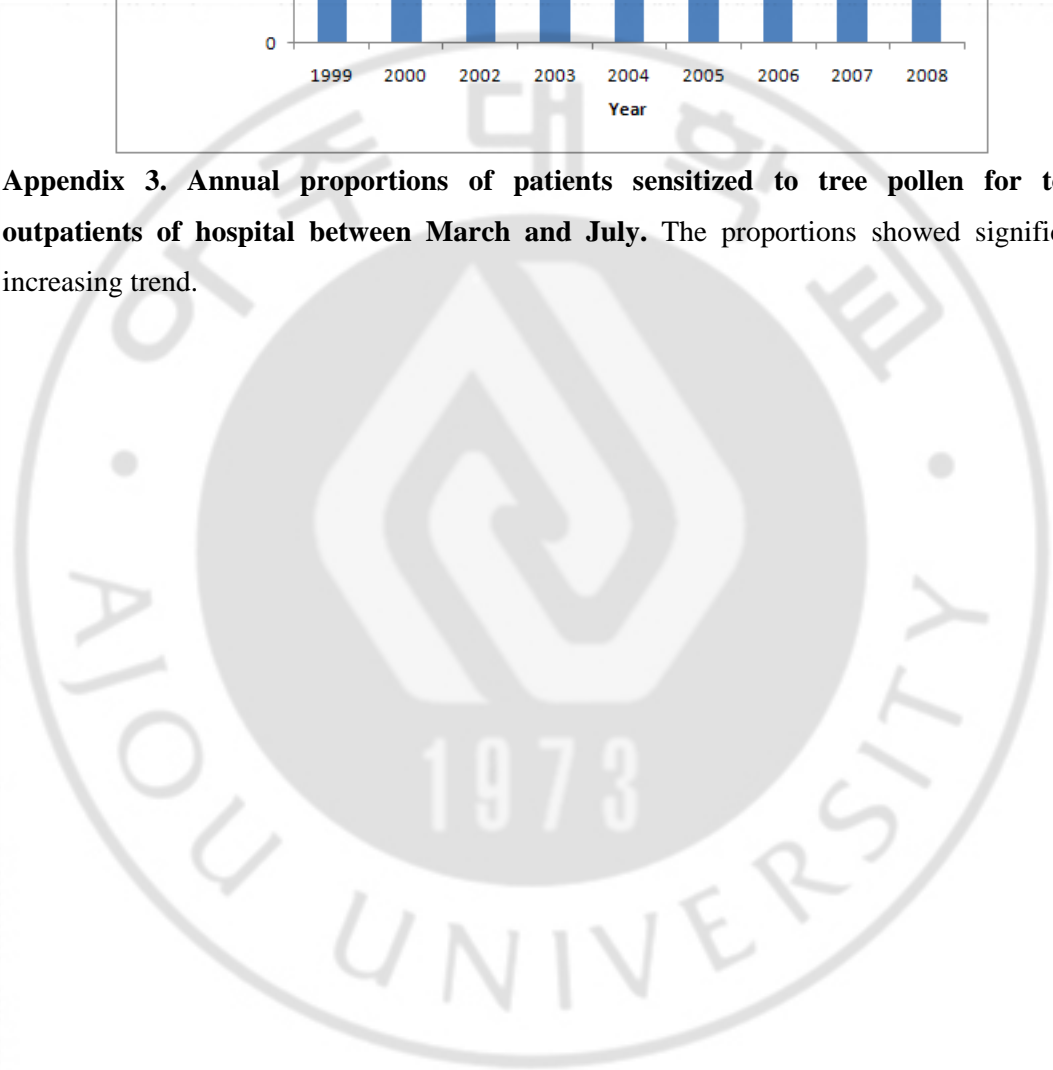
There was significant correlation between minimum temperatures in March and monthly mean counts of tree pollen in April(R=0.725, p=0.018). R: Pearson's correlation coefficient.



Appendix 2. Scatter plot between minimum temperatures in March and mean counts of tree pollen in April. There was positive correlation between minimum temperatures in March and monthly mean counts of tree pollen in April for ten years.



Appendix 3. Annual proportions of patients sensitized to tree pollen for total outpatients of hospital between March and July. The proportions showed significant increasing trend.



- ABSTRACT -

The Association between Meteorological Factors and Hospital Visit of Allergic Patients with Sensitization to Tree Pollen

Si Heon Kim

Department of Preventive Medicine
The Graduate School, Ajou University

(Supervised by Professor Jae Yeon Jang)

Allergic disease is one of the diseases affected by climate change that is rapidly progressing globally. Pollen is main cause of allergy and affected by meteorological factors. As higher temperature in Spring, the start of tree pollen season is earlier and total counts of pollen increase. And the increased counts of pollen worsen symptoms of allergic patients and increase frequency of severe symptoms. However, there are few studies about relationship between meteorological factors and allergic patients sensitized to pollen. I aimed to investigate the association between meteorological factors and hospital visit of patients with sensitization to tree pollen.

The study subjects were adult patients with medical records of allergy skin prick tests at Ajou University Hospital between April and July from 1999 to 2008. I reviewed the results of the tests and defined the sensitized patient to tree pollen as the case with non-response to negative control and one or more allergen that was equal to or larger than positive control. The meteorological factors were monthly means of maximum temperature, average temperature, minimum temperature, relative humidity, wind speed, precipitation in Suwon from February to April during same period with patients. The outcomes were association between meteorological factors and patients with sensitization to tree pollen and trends of annual numbers of allergy skin prick tests and patients sensitized to tree pollen.

Total subjects were 4,715. The mean age of subjects was 38.4 years (SD, 13.41 years), and men were 2,206 (46.8%). The patients sensitized to tree pollen were 965 (20.5%). The

minimum temperature in March significantly correlated with number of patients sensitized to tree pollen ($R=0.754$, $p=0.019$). There was significant association between the minimum temperature in March and the sensitization to tree pollen of patients (OR, 1.116; 95% CI, 1.029-1.211). The annual numbers of allergy skin prick tests and patients sensitized to tree pollen were increasing trends. Using each regression equation, the predictive value of number of allergy skin prick test in 2008 was 2.6 times higher than in 1999 and that of patients sensitized to tree pollen was 3.5 times.

There was association between minimum temperature in March and hospital visit of adult patients with sensitization to tree pollen in this study. It suggests that higher minimum temperature in March increases the counts of tree pollen, and symptoms of allergic patients worse, and they visit hospital more frequently.

Key words : Climate change, Allergy, Meteorological factors, Tree pollen, Allergic skin prick test

