

15년 동안 부산 지역에서 채집된 공중화분 분포 및 알레르기 감작률과의 상관관계

성명순¹, 박영진¹, 박근화¹, 오재원², 김성원¹

¹부산성모병원 소아청소년과, ²한양대학교 구리병원 소아청소년과

The correlation between allergy sensitization rate in pediatric and aerobiological study for airborne pollen in Busan for 15 years

Myong Soon Sung¹, Yong-Jin Park¹, Geun Hwa Park¹, Jae Won Oh², Sung Won Kim¹

¹Department of Pediatrics, Busan St. Mary's Hospital, Busan; ²Department of Pediatrics, Hanyang University Guri Hospital, Guri, Korea

Purpose: Airborne pollen is the most common causative agents of allergic disease. Since 2000, there isn't no more report about airborne pollen in Busan. This study is that pollen in one area of Busan was collected to investigate species, particle counts, seasonal distribution, and of its correlation with reactivity to skin prick test in children during 1998–2012.

Methods: Rotorod sampler was installed on the rooftop of St. Mary Hospital in Busan. A 24-hour sampling of airborne allergens over a fifteen-year period was conducted 6 days/wk from January 1, 1998 to December 31, 2012. After staining they were identified, counted and recorded with the weather in Busan.

Results: Major pollens collected were Pine, Alder, Oak, Juniperus, Humulus. The pollen season is relatively short and the pollen dispersed mainly during the period from March to May in case of tree pollen, from April to September in case of grass pollen and from August to October in case of weed pollen. Total annual pollen count ranged from 36,412 grains/m³ (2002) to 1,342 grains/m³ (2006). The peak pollen season was seen for spring and autumn, especially in May and September during 1998–2012. In skin prick tests, birch was the highest sensitization rate (15.1%), followed by alder (14.7%), hazel (14.1%) in the tree for 15 years. And in weed, mugwort and ragweed were the highest sensitization rate (10.6%, 10.3%), followed by humulus (5.5%) for 15 years, but since 2008, was increased.

Conclusion: Analysis of pollens sampled in the atmosphere of Busan, Korea, for a 15-year period identified 24 species of pollens with seasonal variation of some clinically important pollen load. Analysis of data, it showed that alder and birch are main allergen in spring for 15 years, and in 1998–2008, ragweed and artemisia was main allergen in fall, since 2009, followed by humulus. (*Allergy Asthma Respir Dis* 2014;2:38-47)

Keywords: Airborne pollen, Allergy sensation rate, Busan

서론

꽃가루병(꽃가루증)은 꽃가루와 연관되어 유발되는 알레르기 질환들을 일컫는데, 대표적인 질환으로는 알레르기비염, 천식, 알레르기결막염, 기타 위장관질환 등이 있다. 그리고 별다른 연관성이 없는 것으로 알려졌던 아토피 피부염 또한 최근 연구에서는 꽃가루가 아토피 피부염을 악화, 자극시킨다고 보고되고 있다.¹⁻³⁾ 따라서 알레르기질환의 진단과 치료에는 꽃가루에 대한 연구가 필수

적이라 할 수 있으며, 선진국에서는 이미 1980년대부터 일반인과 알레르기 환자들을 위한 정보를 정부에서 제공하고 꽃가루증의 심각성도 홍보하고 있다.^{4,5)}

꽃가루 연구에 대한 역사를 보면 1819년 최초로 John Bostock에 의해서 꽃가루가 인체에 질병을 일으킬 수 있다고 발표된 이후부터 시작되었으며,⁶⁾ 1960년대 말 미국과 유럽 등지에서는 꽃가루에 대한 역학적 연구가 본격적으로 계속되었다.^{7,8)} 그리고 1980년대에는 꽃가루와 알레르기 질환 사이의 연관성에 대한 연구들이 이루어졌

Correspondence to: Sung Won Kim

Department of Pediatrics, Busan St. Mary's Hospital, 25-14 Yongho-ro 232beon-gil, Nam-gu, Busan 608-838, Korea

Tel: +82-51-933-7981, Fax: +82-51-936-7531, E-mail: sbdph1@daum.net

Received: May 27, 2013 Revised: September 5, 2013 Accepted: September 7, 2013

© 2014 The Korean Academy of Pediatric Allergy and Respiratory Disease

The Korean Academy of Asthma, Allergy and Clinical Immunology

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative

Commons Attribution Non-Commercial License

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>).

으며,^{9,10)} 이러한 연구들을 근거로 지금은 꽃가루를 추출하여 그 추출물로 알레르기 피부시험, 혈청의 특이 면역글로불린 E 등을 검사하고 면역 치료에도 사용하고 있다.^{11,12)}

산업화의 결과 지구 온난화 현상이 생겨났으며, 그로 인해 개화 시기가 늘어나면서 꽃가루가 날리는 시기도 길어졌다. 그리고 국내에서도 경제 수준의 상승과 주 5일 근무제 등으로 여가시간이 그 전보다 증가되었으며, 일보다는 삶의 질을 중히 여기는 가치관 변화 등으로 야외에서 여가 활동을 즐기는 인구도 증가되었다. 그래서 한국에서도 과거에 비해 꽃가루 알레르기 환자도 점차 증가되는 추세로,¹³⁾ 1980년대 초반부터 알레르기질환을 유발, 악화시키는 데 있어 흡입 알레르겐의 중요성이 대두되어 본격적으로 꽃가루 연구가 이루어지기 시작했다. 그리하여 Kim 등¹⁴⁾이 1988년 서울올림픽 기간 동안 서울지역의 꽃가루 결과를 1989년에 측정 보고하였으며, Park 등¹⁵⁾이 목포지역을 1992년에, Oh 등^{16,17)}이 경기도와 구리지역을 1997년에, 전국 공중화분 및 공중진균의 분포를 2000년에 보고한 바가 있다. 그리고 Kim 등¹⁸⁾이 부산지역 공중화분 및 공중진균의 분포에 대한 보고를 2000년에 하였으나, 그 이후 부산지역에서의 꽃가루 연구는 부족한 실정이다.

알레르기 질환의 진단과 치료뿐만 아니라, 가로수, 관상목 조성 등 지역마다 식물조경 관리를 위해서도 꽃가루에 대한 연구는 매우 중요하다. 따라서 이 연구는 1998년 1월 1일부터 2012년 12월 31일까지 만 15년 동안 부산지역의 꽃가루를 채집하여 그 중 알레르겐으로 알려진 꽃가루들을 연도별, 월별, 계절별로 변동을 조사하고, 같은 기간 동안 본원에 알레르기 질환으로 내원하여 피부단자 시험을 시행한 환자들의 알레르겐 감작률과 비교하여 상관관계에 대해서 조사하였다.

대상 및 방법

1. 꽃가루 채집 방법

꽃가루는 1998년 1월 1일부터 2006년 5월 31일까지 만 7년 5개월 동안은 부산 시내 초량동에서, 2007년 6월 1일부터 2012년 12월 31일까지 만 7년 7개월 동안은 부산 성모병원의 이전으로 초량동에서 10 km 떨어진 부산 시내 용호동에서 채집하였다.

병원 옥상 바닥에서 1.5 m 높이에 rotorod sampler (Sampler Technologies Inc., Minneapolis, MN, USA)를 설치하여 glycerin을 바른 채집용 유리막대를 sampler에 설치하고, 매일 오전 8시부터 익일 오전 8시까지 꽃가루를 채집하였다(sampler는 24시간 중 144분 동안만 작동됨).

2. 꽃가루 측정

채집된 유리막대를 매일 요일별로(일요일은 제외) 나누어 채집통에 모으고, 새로운 채집용 유리 막대를 이어서 설치하였다. 유리

막대의 채집된 먼이 위를 향하도록 해서 현미경적 지지대의 흡이 파인 곳에 놓고 22 mm × 22 mm 커버 글라스를 덮은 후 Calberla's fuchsin 염색용액(10 mL glycerin, 20 mL 95% alcohol, 30 mL distilled water, 0.2 mL basic fuchsin)으로 염색하여 30분 이내에 관찰 동정하고 400배의 배율에서 m³당 꽃가루 수를 아래와 같은 공식을 근거로 계산하여 기록하였다.

$$V \text{ (채집면이 24시간 동안 노출된 air volume)} \\ = \text{rod width} \times \text{rod height} \times \text{head diameter} \times \pi \times \text{RPM} \times \text{time}^* \\ = 3.24 \text{ (m}^3 \text{ air)}$$

즉, 꽃가루 = 채집된 입자 수 / 3.24 (m³/day)

time*: 1,440분(24시간) 중 10%만 작동되어 144로 계산됨.

그리고 채집 기간 동안 부산지역에서의 채집 날짜, 기온, 강수량 등을 기록하여 꽃가루와의 연관성을 비교하였다.

3. 꽃가루 동정과 관찰 방법

꽃가루 관찰은 본 연구에서는 두 가지 방법에 의거하여 시행하였다. 꽃가루 기재에 대한 용어는 한글인 경우 Chang,¹⁹⁾ Lee와 Lee²⁰⁾의 명명법을 주로 따르고 영문 용어인 경우 전반적으로 Punt 등,²¹⁾ Nilsson과 Praglowski²²⁾의 명명법을 사용하였다. 꽃가루의 형태적 감별은 부산의 나무와 잡초 등의 분포를 조사하면서 꽃가루의 크기, 꽃가루공의 형태, 꽃가루의 표면무늬에 따라 채취된 꽃가루와 비교하여 분류하였다. 그리고 채집 기간 동안 부산에서의 채집 날짜, 시간, 풍향, 기온, 습도, 날씨 등을 부산기상청과 연계하여 보다 정확히 기록하여 꽃가루와의 연관성을 비교하였다.

꽃가루를 나무류(tree), 목초류(grass), 잡초류(weed)로 크게 분류하였을 때 부산지역에서 나무류는 소나무(Pine), 오리나무(Alder), 참나무(Oak), 노간주나무(Juniperus), 자작나무(Birch), 사시나무(Populus), 느릅나무(Ulmus), 개암나무(Hazel), 일본삼나무(Japanese Cedar), 밤나무(Beech), 단풍나무(Maple), 은행나무(Ginkgo), 버드나무(Salix), 낙엽송(Larch) 등이 채집될 수 있었다. 그리고 목초류는 큰조아제비풀(Timothy grass), 우산잔디(Bermuda grass), 새밭풀(Orchard grass), 잔디(Grass) 등이, 잡초류는 돼지풀(Ragweed), 약쭉(Artemisia), 산쭉(Mugwort), 환삼덩굴(Humulus japonicus), 국화(Chrysanthemum), 비름(Chen-Am) 등이 채집될 수 있는데, 이후 꽃가루 기술 시 편이를 위해 한글명으로도 기술하였다.

4. 피부단자시험

같은 기간 본원 호흡기 알레르기 전문의에 의해 알레르기비염, 천식, 아토피피부염 등의 알레르기질환들을 진단받은 환아들 중 만 5세 이상 만 18세 이하의 연령에서 피부단자시험을 시행한 3,225명을 대상으로 하였다. 이들 환아들의 의무기록을 후향적으로 분석하여 조사하였으며, 본 연구는 부산 성모병원 기관 임상윤리위

원회의 심의를 통과하여 진행하였다.

피부시험 전에는 항히스타민제를 복용하고 있는 경우 적어도 7일간 복용을 중단하였으며, 유럽 및 미국 먼지 진드기 등에 대한 55종의 알레르겐으로 검사를 시행하였다.

양성 대조액으로 1:1,000 histamine액을 사용하고 음성 대조액으로는 생리식염수를 사용하였다. 음성 대조액에 의한 발적이나 팽진이 관찰되지 않고 항원에 의해서 발적의 크기가 10 mm 이상, 팽진의 크기가 3 mm 이상 관찰되거나 양성 대조액 팽진의 크기보다 크면 양성반응으로 간주하여 기록하였다.

5. 알레르기 꽃가루 감작률의 연도별 비교

알레르기 꽃가루에 대한 감작률을 조사하기 위하여 나무류, 목초류, 잡초류로 크게 분류하여 각각 대표적인 화분 세가지 종류를 포함하여 알레르기 피부시험에서 감작률의 평균값을 대표값으로 설정하여 비교 분석하였다. 즉, 나무류는 1998년부터 2012년까지 알레르겐으로 알려진 자작나무, 오리나무, 참나무를, 목초류는 2009년부터 2012년까지 큰조아제비풀, 우산잔디, 새발풀을 대표값으로 하였다. 그리고 잡초류는 1998년부터 2012년까지는 돼지풀, 썩을 대표종으로 하였다가, 2008년부터는 환삼덩굴을 추가하였다.

결 과

1. 15년 동안 연도별, 계절별, 월별 꽃가루의 분포 (1998년 1월 1일-2012년 12월 31일)

연구 기간 동안 채집된 꽃가루 중에서 확인된 종류는 19종이었으며, 종류가 확인되지 못한 꽃가루도 있었다. 만 15년 동안 부산지역에서 가장 많이 채집된 꽃가루는 소나무, 오리나무, 참나무, 노간주나무, 환삼덩굴 순이었으며 주로 나무류였다(Table 1).

연 꽃가루량이 가장 많은 해는 2002년(36,412 grains/m³)이었으

며, 가장 적은 해는 2006년(1,342 grains/m³)으로 두 해 간 꽃가루량의 차이는 35,000 grains/m³으로 차이가 많았다. 연 꽃가루량이 적은 2000, 2006년의 연평균 기온은 15°C 미만이었으며, 전 해의 연평균 기온도 15°C 미만으로 단순히 이 결과만 보면 기온과 꽃가루가 상관성이 있는 것으로 보이나, 연 꽃가루량이 많은 2002년, 2004년의 연평균 기온은 15°C 미만으로 연 꽃가루량과 연평균 기온을 단순 상관관계만으로 설명할 수는 없었다.

전체 꽃가루량 대부분을 나무류가 차지하고 있으며 잡초류와 목초류와의 차이가 많았으나, 2008년에는 잡초류 채집량이 많이 증가되어 전체 꽃가루에서 차지하는 비율이 높았다(Fig. 1).

꽃가루의 절정기는 연중 2회의 분포를 봄철과 가을철에 보였으며, 꽃가루는 주로 봄철(3-5월)이 가을철보다 더 많았다(Fig. 2). 그리고 15년 동안 일일 꽃가루량이 가장 많은 날도 2000년과 2006년을 제외하고는 봄철(3-5월)이 대부분이었으며 봄철 중에 4월, 5월이 각각 6회로 가장 많았다(Table 2).

15년 동안 월별 총 채집량은 5월이 가장 많았으며 월 평균 꽃가루량은 5,148 grains/m³이었고, 가을철에는 9월이 가장 많았으며 월 평균 꽃가루량은 856 grains/m³이었다. 꽃가루의 절정기는 15년 동안 3-5월에는 나무류가 주를 이루었고, 8-10월에는 잡초류가 주를 이루었다. 부산지역은 11월 이후에는 꽃가루량이 현저히 감소되었다가 그 이듬해 2월이 되면 다시 증가되는 것을 보여주었다(Fig. 2).

15년 동안 부산지역에서는 연중 꽃가루가 최초로 발견된 날은 2008년(3월)을 제외하면 1월 중순이었으며, 연중 최초로 나타난 꽃가루는 주로 오리나무(8회)와 소나무(7회)였다. 이에 반해 연중 꽃가루가 최후로 발견된 날은 대부분이 12월 중순(9회)이었으나 11월(2회), 10월(2회), 9월(1회)도 있었으며, 2005년에는 6월말로 다양하게 나타났다. 꽃가루는 채집한 15년 중 7년 동안은 12월말까지 발견되었으며, 연중 꽃가루가 있는 해(2009년)도 있었다. 최후까지 나타난 꽃가루는 대부분이 소나무(6회)였고, 다음으로는 약썩(4회),

Table 1. The list of annual average pollen counts for 15 years in Busan

Kind	Annual average pollen counts (grains/m ³)
Tree Pine	9,184
Tree Alder	1,287
Tree Oak	1,039
Tree Juniperus	842
Weed Humulus	738
Grass Grass	614
Tree Birch	254
Weed Artemisia	217
Tree Populus	150
Weed Ragweed	147
Tree Ulmus	88
Tree Hazel	61

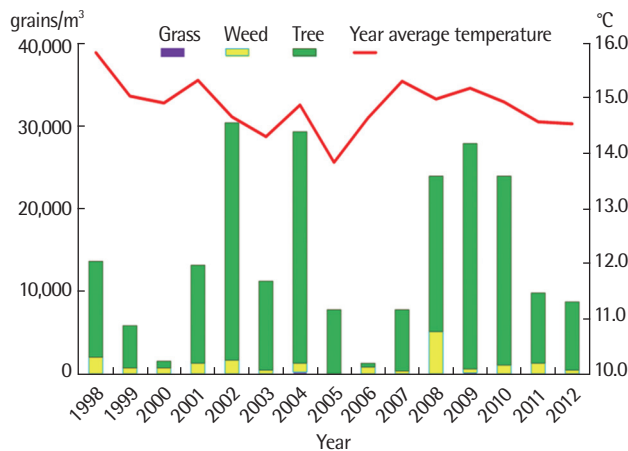


Fig. 1. The annual total pollen counts-tree, grass, weed, and year average temperature for 15 years in Busan, Korea.

Table 2. The characteristics of pollen in Busan for 15 years

Year	First date of pollen (kind)	Last date of pollen (kind)	Date of best collect pollen*	Counts (grains/m ³ /24 hr)
1998	Jan. 12 (Alder)	Dec. 29 (Alder)	Mar. 9	940
1999	Jan. 7 (Alder)	Dec. 30 (Pine)	May 14	1,000
2000	Jan. 4 (Alder)	Dec. 30 (Artemisia, Pine)	Sep. 16	247
2001	Jan. 4 (Alder)	Sep. 24 (Ragweed, Artemisia, Humulus)	May 13	1,216
2002	Jan. 10 (Alder)	Nov. 28 (Artemisia)	Apr. 21	2,380
2003	Jan. 28 (Pine)	Dec. 5 (Artemisia)	Apr. 21	1,190
2004	Jan. 28 (Pine)	Nov. 8 (Ragweed)	Apr. 26	2,348
2005	Jan. 14 (Artemisia)	Jun. 29 (Grass)	May 8	926
2006	Jan. 11 (Alder)	Dec. 6 (Grass, Humulus, Mug wort, Pine)	Sep. 6	259
2007	Jan. 29 (Alder, Pine)	Oct. 7 (Humulus)	Apr. 24	1,227
2008	Mar. 1 (Alder)	Dec. 29 (Birch)	Apr. 30	2,451
2009	Jan. 13 (Pine)	Dec. 31 (Pine)	May 4	1,807
2010	Jan. 8 (Pine)	Dec. 22 (Pine)	May 5	2,036
2011	Jan. 7 (Pine)	Dec. 19 (Juniper)	Apr. 24	956
2012	Jan. 24 (Pine)	Oct. 28 (Pine)	May 6	1,657

*The amount of pollen is the best day.

환삼덩굴(3회), 돼지풀(2회)로 잡초류가 주를 이루었다. 그리고 잔디류(2회)와 산썩(1회), 자작나무(1회), 오리나무(1회), 노간주나무(1회) 순으로 다양하였다(Table 2).

2. 연도별 나무류와 목초류 꽃가루 분포

나무류는 3-5월까지 절정기로 그 기간 중 가장 절정인 달은 5월이었으며, 채집량은 소나무 꽃가루가 가장 많았고, 다음으로는 오리나무, 참나무, 노간주나무, 자작나무 순이었다.

소나무는 우리나라 꽃가루 중 가장 많이 채집되는데, 부산에서도 이와 같은 결과를 보였다. 1월 초순부터 나타나기 시작해서 5월에 가장 많이 관찰된 후 줄어들기 시작하여 8월 이후로는 소량 관찰되었으며, 2009-2011년에는 12월말까지 관찰되었다. 최고 연 채집량은 21,820 grains/m³ (2002년), 최저 연 채집량은 172 grains/m³ (2000년)이었다. 오리나무는 연중 가장 먼저 관찰되는 꽃가루 중 하나로 1월 초순부터 나타나기 시작해서 3월 가장 많이 관찰된 후 4월부터 줄어들기 시작하여 5월 이후로는 거의 관찰되지 않았다. 그리고 최고 연 채집량은 5,661 grains/m³ (1998년), 최저 연 채집량은 75 grains/m³ (2006년)이었으며, 본 연구에서는 연 채집량은 소나무 화분에 비해 일정하였다. 참나무는 4월 초순부터 5월말까지 보였으며, 최고 연 채집량은 4,418 grains/m³ (2009년), 최저 연 채집량은 4 grains/m³ (2006년)이었다. 자작나무는 2월 초순부터 비산하였으며, 6월 이후에는 거의 채집이 되지 않았으나, 12월말까지 소

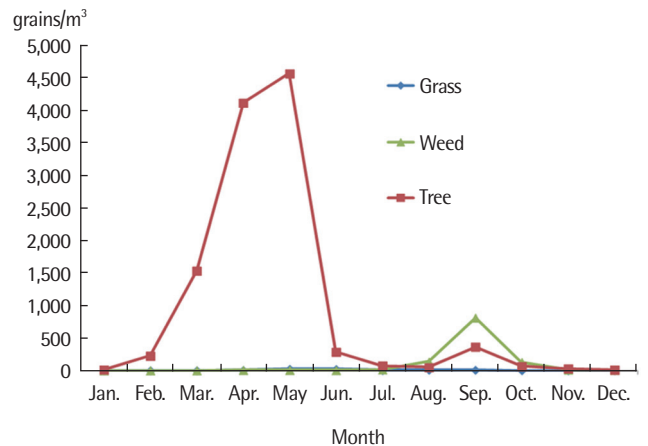


Fig. 2. The seasonal distribution of tree, weed, and grass for 15 years in Busan, Korea (1998.1.1-2012.12.31).

량이 비산하였다. 최고 연 채집량은 1,044 grains/m³ (2004년), 최저 연 채집량은 1 grain/m³ (2006년)이었다. 노간주나무는 2월 초순부터 5월 초순까지 분포하면서 3월에 절정을 보였다. 최고 연 채집량은 1,972 grains/m³ (2002년), 최저 연 채집량은 69 grains/m³ (2006년)이었다.

소나무, 오리나무, 참나무, 자작나무, 노간주나무들은 공통적으로 꽃가루를 관찰한 15년 중 2006년에 최저의 채집량을 보였다 (Fig. 3). 반면 알레르겐으로 알려져 있는 밤나무는 15년 동안 부산 지역에서는 거의 채집되지 않았다.

목초류 화분은 4월부터 관찰되기 시작해서 5-6월에 절정을 이룬 뒤 그 이후 급격히 줄어들었지만 2월을 제외하고 연중 소량 채집되었다. 관찰 기간 동안 최고 연 채집량은 210 grains/m³ (2009년), 최저 연 채집량은 20 grains/m³ (2007년)이었으며 해마다 채집량이 거의 변동이 없었다.

3. 연도별 잡초류 꽃가루 분포

잡초 꽃가루는 7월부터 관찰되기 시작하여 8-10월이 절정기로 그 중 9월에 가장 많이 채집되었다. 15년 중 최고 연 채집량은 5,155 grains/m³ (2008년), 최저 연 채집량은 2 grains/m³ (2005년)으로 두 해 간의 차이가 5,153 grains/m³으로 차이가 많았다. 그리고 1998-2002년은 증가, 2003-2007년은 감소 후 2008년 급격히 증가한 뒤 다시 감소되는 등 15년 동안 다른 꽃가루에 비해 큰 변동을 보였으며 총 채집량은 환삼덩굴, 향썩, 돼지풀 순이었다.

환삼덩굴은 7월부터 비산하기 시작하여 11월까지 비산하며, 그 중 8-10월까지 많이 비산하였다. 최고 연 채집량은 3,744 grains/m³ (2008년)이었고 최저 연 채집량은 0 grain/m³ (2005년)이었다. 1998-2000년까지는 연평균이 700 grains/m³ 내외로 증가하는 추세였으나 2002년부터 감소하였다가 2008년 급격히 증가한 그 이후로는 감소하고 있다. 향썩은 대체로 7월부터 비산하기 시작하여 11월

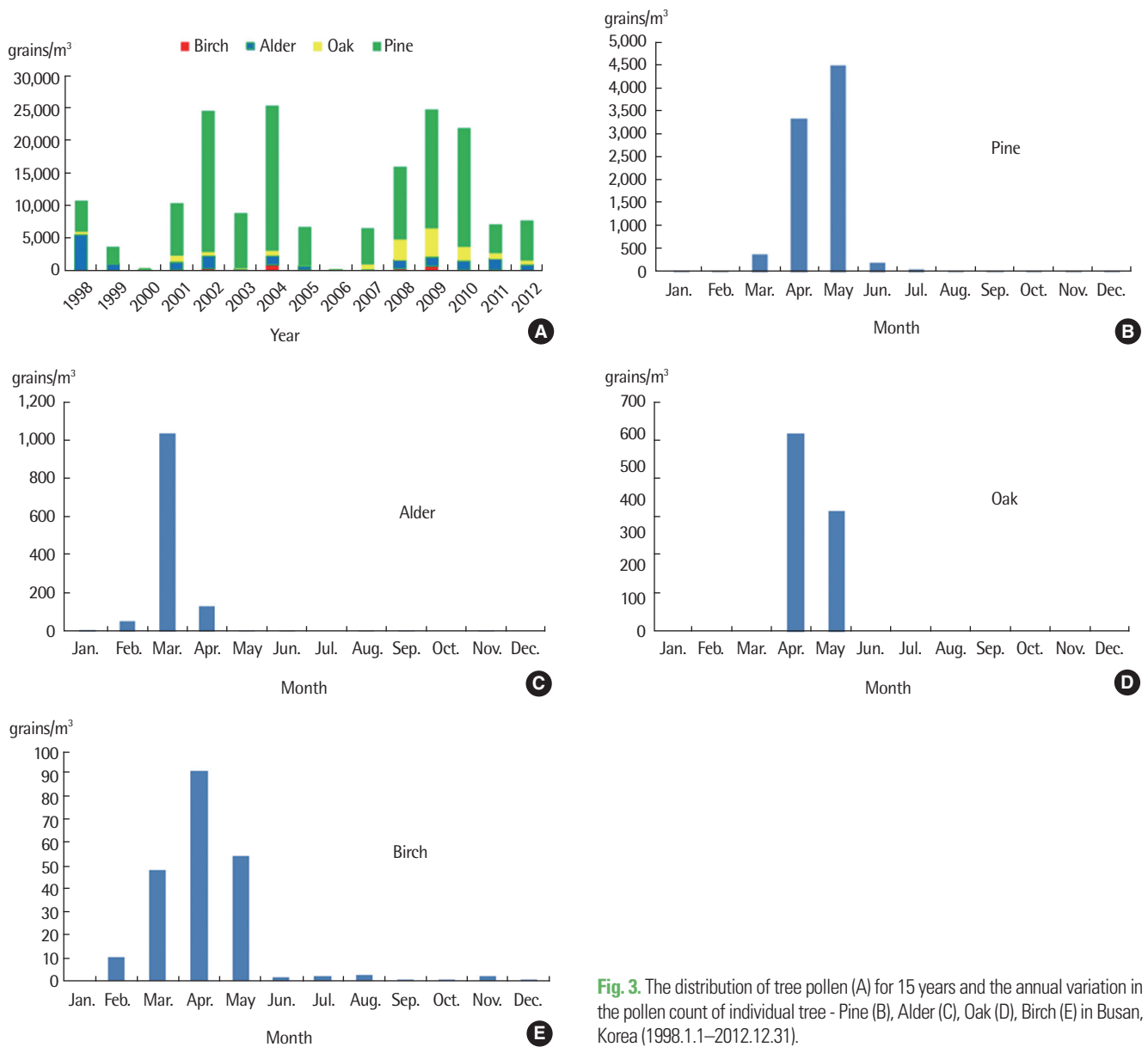


Fig. 3. The distribution of tree pollen (A) for 15 years and the annual variation in the pollen count of individual tree - Pine (B), Alder (C), Oak (D), Birch (E) in Busan, Korea (1998.1.1–2012.12.31).

까지 비산하며 그 중 8-10월까지 많이 비산하였다. 그러나 1월 중순에 비산되는 경우는 3회(2005, 2006, 2010년), 2월 중순에 비산되는 경우는 3회(2003, 2004, 2007년)로 겨울에 비산하기도 하였다. 그리고 2005년에는 1월 중순에 하루만 화분이 채집된 이후 채집되지 않았으며, 2009년에는 화분이 전혀 채집되지 않았다. 최고 연 채집량은 888 grains/m³ (2002년)이었고 최저 연 채집량은 0 grain/m³ (2009년)이었다. 1998-2004년까지는 연평균 340 grains/m³ 내외로 증가하는 추세였으나 2008년을 제외하고는 2005년 이후 감소하고 있다. 돼지풀은 6월부터 비산하기 시작하여 11월까지 비산하며, 8-10월까지 많이 비산하였다. 최고 연 채집량은 396 grains/m³ (2002년)이었고, 최저 연 채집량은 0 grain/m³ (2005년)이며 2008년까지는 증가하는 추세였으나, 2009년 이후로는 연 채집량이 감소하고 있다(Fig. 4).

4. 연도별 꽃가루들의 변동과 알레르겐 감작률

본원에서 만 15년 동안 피부단자시험을 시행한 환자 수는 총 3,326명으로 2006년 이후 검사를 시행한 환자 수가 증가하였고, 남녀 비는 차이가 없었으며 평균 연령은 8.7세였다. 알레르기질환 중 알레르기비염이 차지하는 비율(60%)이 가장 높았으며 그 다음이 아토피피부염(50.6%)이었다(Table 3).

알레르겐 감작률이란 피부시험에서 나타난 알레르겐에 대한 양성반응이 나타난 수를 검사 수로 나눈 값을 의미한다. 피부시험의 알레르기 감작률은 만 15년 동안 평균 68.2%이었으며 55가지 항목들 중 집먼지진드기의 알레르기 감작률이 가장 높게 나타났다. 집먼지진드기의 평균 감작률은 65%로 내외로 1998년부터 2007년까지는 증가하였다 이후 감소하는 추세였으며 미국 집먼지진드기

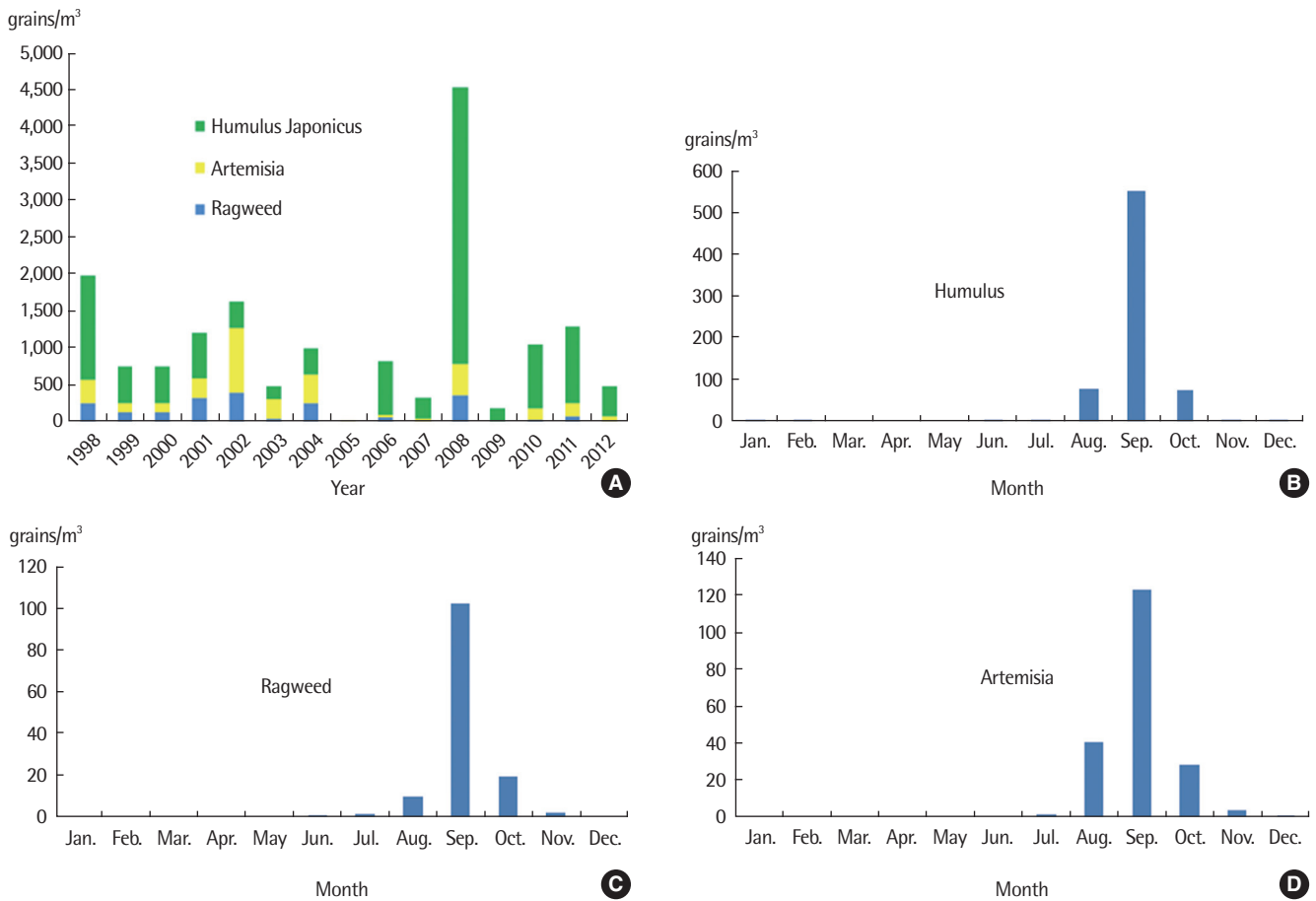


Fig. 4. The distribution of weed pollen (A) and the annual variation in the pollen count of individual weed—Ragweed (B), Artemisia (C), Humulus (D) in Busan, Korea (1998.1.1–2012.12.31).

감작률이 유럽 집먼지진드기 감작률보다 약간 높게 나타났다(Table 4).

연도별 알레르기 꽃가루에 대한 감작률을 조사하기 위하여 나무류, 목초류, 잡초류로 분류를 하여 비교한 결과 나무류가 잡초류보다 알레르기 감작률이 높게 나타났다. 나무류의 알레르겐 감작률은 자작나무, 오리나무, 개암나무 순이며, 알레르겐이 적다고 알려진 소나무의 알레르겐 감작률은 본 연구에서도 자작나무, 오리나무에 비해 많이 낮게 나타났지만, 2006년에는 23.8%로 개암나무 다음으로 높게 나타났다(Table 4). 나무류 중 알레르겐으로 알려진 자작나무, 오리나무, 참나무를 대표값으로 하여 1998년부터 2012년까지 꽃가루량과 알레르겐 감작률을 비교분석했을 때, 꽃가루량은 1998년을 제외했을 때 전반적으로 감소하는 추세이며 알레르겐 감작률은 2005년 이후 감소하는 추세였다(Fig. 5A).

잡초류는 1998년부터 2012년까지는 돼지풀과 쭉을, 2008년부터는 환삼덩굴을 추가하여 꽃가루량과 알레르겐 감작률을 비교했다. 잡초류의 꽃가루량은 2000년 전후로 증가하는 추세였으며 2008년에 급격히 증가하였다가 2009년 이후 감소하고 있으며, 알레르겐 감

작률은 2005년 이후 감소하는 추세이다(Fig. 5B). 잡초류 중 돼지풀과 쭉의 감작률은 2008년 이후 감소하고 있으나, 환삼덩굴은 2009년 이후 돼지풀, 쭉보다 높은 감작률을 나타내고 있다(Table 4).

목초류의 꽃가루량은 2004년을 제외했을 때 거의 비슷했으나, 알레르겐 감작률은 2005년 이후 감소하는 추세이다(Fig. 5C). 2009년부터 2012년까지 큰조아제비풀, 우산 잔디, 새발풀을 대표값으로 한 알레르겐 감작률은 연평균 5.7%이며, 2009년 이후 감소하고 있으나 잡초류 꽃가루에 대한 감작률보다 높은 값을 보이고 있다(Table 4).

고찰

부산은 해양성기후의 영향으로 여름과 겨울의 기온차가 크지 않으며 사계절의 변화가 뚜렷한 도시로, 기상청에서 발표한 자료들을 분석하면 부산의 연평균 기온은 관측 이래 10년(1905–1914) 동안은 13.62°C, 최근 10년(1999–2008) 동안은 15.3°C로 지난 104년간 1.7°C나 상승했고, 연 강수량 또한 100 mm까지 증가되었다. 그리

Table 3. Characteristics of atopic patient in Busan St. Mary's Hospital for 15 years

Year	Patients*	Average age (yr)	Male sex	Allergic disease	
				AR	AD
1998	123 (3.8)	8.7	75 (60.9)	70 (56.9)	63 (51.2)
1999	136 (4.2)	7.6	77 (56.6)	79 (58.1)	61 (44.9)
2000	125 (3.9)	7.8	65 (52.0)	69 (55.2)	61 (48.8)
2001	159 (4.9)	7.8	96 (60.3)	98 (61.6)	80 (50.3)
2002	122 (3.8)	8.1	72 (59.0)	75 (61.4)	61 (50.0)
2003	178 (5.5)	8.1	103 (57.8)	110 (61.7)	89 (50.1)
2004	182 (5.6)	8.3	113 (62.0)	115 (63.1)	91 (50.0)
2005	163 (5.0)	8.5	102 (62.5)	99 (60.7)	81 (49.6)
2006	261 (8.0)	8.3	160 (60.4)	162 (62.0)	138 (52.8)
2007	291 (9.0)	8.4	176 (54.1)	176 (54.1)	140 (48.1)
2008	281 (8.7)	8.5	189 (54.0)	195 (69.3)	180 (64.0)
2009	310 (9.6)	8.4	168 (56.6)	189 (61.0)	156 (50.4)
2010	283 (8.8)	9.1	153 (49.4)	181 (64.0)	146 (51.6)
2011	346 (10.7)	8.9	196 (72.1)	182 (52.6)	158 (45.7)
2012	265 (8.2)	9.4	131 (64.3)	135 (50.9)	126 (47.5)
Total	3,225 (100)	8.4	1,745 (54.0)	1,935 (60.0)	1,631 (50.6)

Values are presented as number (%).
AR, allergic rhinitis; AD, atopic dermatitis.

Table 4. The distribution of allergen sensitization rate for 15 years in Busan St. Mary's Hospital

Year	Allergen positive	<i>D. farinea</i>	<i>D. Pteronyssinus</i>	Pine	Alder	Birch	Hazel	Humulus	Ragweed	Mugwort
1998	58.1	56.1	53.7	6.5	17.1	14.6	12.2	-	6.5	8.1
1999	63.2	62.5	60.3	2.9	20.6	14.7	8.1	-	12.5	14.7
2000	67.5	65.6	60.8	4.8	16.0	16.0	18.4	-	16.8	16.0
2001	69.8	69.8	67.9	3.1	11.3	13.2	10.7	-	9.4	7.5
2002	71.4	70.5	69.7	4.1	13.9	13.9	18.0	-	13.1	9.8
2003	74.8	73.6	67.4	6.2	18.5	18.0	18.5	-	14.0	14.0
2004	76.2	73.6	75.3	11.0	14.8	15.4	15.4	-	13.1	10.4
2005	76.7	76.7	76.1	11.7	23.3	19.0	27.0	-	23.3	22.0
2006	70.2	68.2	68.4	23.8	14.9	20.7	22.2	-	18.4	19.5
2007	69.2	67.4	64.5	10.3	15.5	18.6	15.5	-	14.1	12.7
2008	64.8	64.8	59.4	0.4	10.7	11.7	1.8	3.5	2.8	5.0
2009	63.1	62.5	58.7	1.9	11.6	11.6	11.6	4.5	3.5	3.9
2010	61.3	60.7	58.1	2.8	10.6	13.1	12.4	8.1	2.8	4.9
2011	65.5	60.4	65.5	11.3	8.1	12.7	9.5	4.3	3.2	5.2
2012	68.1	67.3	66.7	5.3	14.0	14.0	12.5	6.8	1.1	5.3
Mean	68.2	66.6	64.8	7.0	14.7	15.1	14.1	5.5	10.3	10.6

Values are presented as percentage.
D. farinea, *Dermatophagoides farinea*; *D. Pteronyssinus*, *Dermatophagoides pteronyssinus*.

고 1990년대 초반에 비해 봄과 여름의 시작 시기가 각각 20일, 17일 정도 빨라졌으나 이에 반해 가을과 겨울은 각각 14일, 17일이나 늦어졌다. 이러한 자료들을 정리해보면 부산지역의 여름은 30일이나 길어진 반면 겨울은 37일이나 짧아지는 전형적인 온난화경향을 보이고 있음을 알 수 있다.²³⁾

꽃가루의 비산은 기온과는 중요한 관계를 보이고 있는데 본 연

구에서도 다른 연구들과 마찬가지로 꽃가루는 영하의 날씨에서는 비산하지 않았고, 10°C 이상에서 나타나기 시작하였다. 반면 연평균 기온이 가장 높았던 1998년에 꽃가루량이 가장 많이 비산하지 않았고 연평균 기온이 가장 낮았던 2005년에 꽃가루량이 가장 적게 비산하지 않는 결과를 보면, 꽃가루는 단순히 평균 기온만 고려해야 하는 것이 아니라 다양한 변수들을 고려해야 함을 알 수 있다.

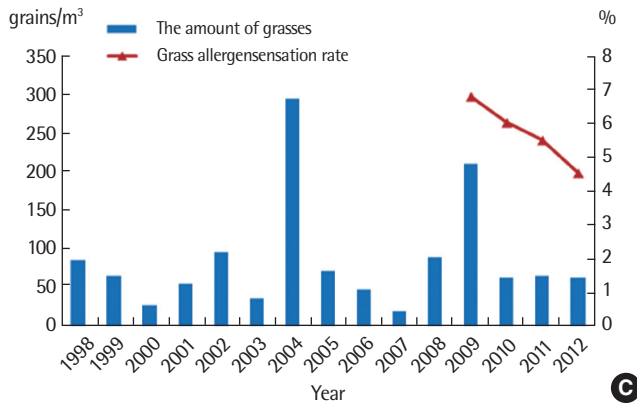
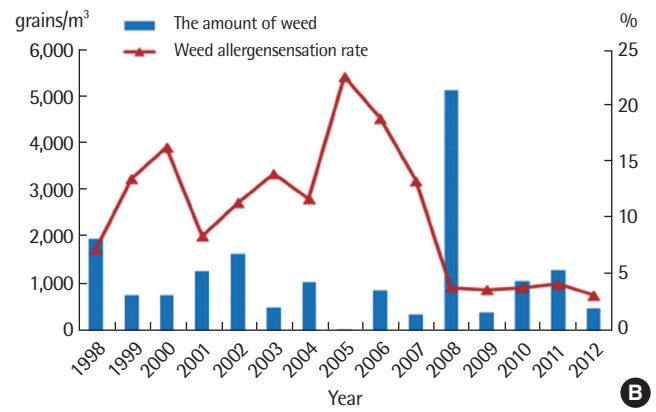
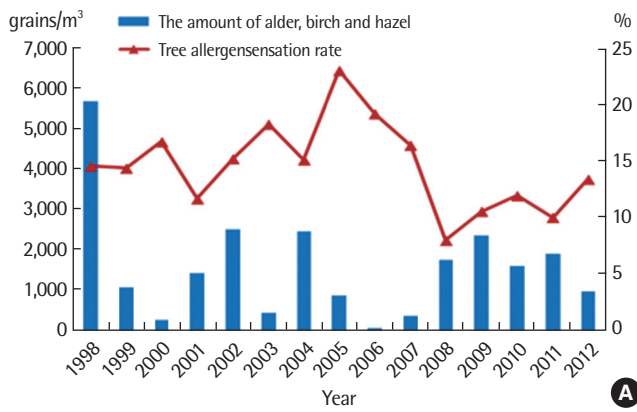


Fig. 5. The correlation between allergy sensation rate and pollen-Tree (A), Weed (B), Grass (C) in Busan, Korea (1998.1.1-2012.12.31).

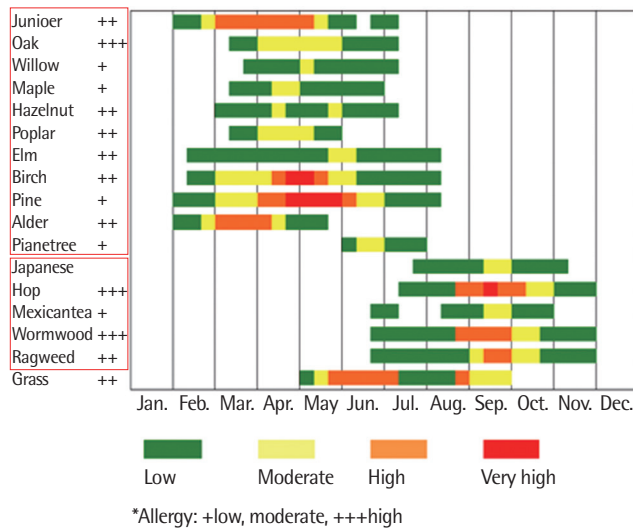


Fig. 6. An allergic pollen calendar for Busan, Korea.

실제 2012년 Kim 등²⁴⁾의 연구보고에 의하면 일별 꽃가루 수(C)를 예측하기 위해서는 각 기상변수와 해당계수간의 선형결합인 다중회귀분석을 이용하는데 식은 'C=W×A'이다. 이 식에서 C는 일별 꽃가루 수를 상용로그변환한 값, W는 평균기온, 적산온도, 최고기온, 최저기온, 일교차, 강수량, 습도, 풍속, 강수지속시간, 7일 일조시간 등으로 구성된 기상 변수값 벡터이고, A는 해당 기상변수별

계수를 가진 벡터로, 지역마다 벡터 값이 다르다. 그리고 본 연구에서는 나무류, 목초류, 잡초류가 각각 유행하는 시기 중의 기온과 그 시기의 꽃가루량을 비교하지 못하였는데 이에 대한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 보인다.

실제 공기 중에는 많은 화분들이 존재하는데, 그 중 풍매화는 바람에 의하여 화분이 전파되며 생산량이 많고, 작고 가벼우며, 공기 주머니 등 특수한 기관들이 있어 충매화보다는 알레르기질환과 연관성이 많은 것으로 알려져 있다.²⁵⁾ 이번 연구에서 채집된 꽃가루 24종은 거의 충매화였다. 본 연구에서 나무류는 크기가 크고 화분을 비산하는 기간이 짧아 1월에 나타나기 시작해서 3-5월에 절정기를 보였으며 꽃가루량에서 차지하는 비율이 가장 높게 나타났으며, 피부단자검사 결과에서도 나무류의 대표적 감작률은 2005년 이후로 감소하는 추세이지만 다른 화분류와 비교했을 때 가장 높게 나왔으며 다른 연구들과 동일했다.

그리고 부산지역에서는 알레르겐 발현성이 높은 것으로 알려진 자작나무과에 속하는 오리나무, 자작나무가 초봄에 가장 먼저 나타나서 3월에 절정을 이루며 측백나무과의 노간주나무는 2월 중순부터 나타나기 시작했는데, 이러한 결과는 2010년 기상청에서 발표한 부산지역 꽃가루 달력과 차이가 없었다(Fig. 6). 본원의 피부단자 검사에서 알레르기 발현성이 적다고 알려져 있는 소나무의 양성률(15년 평균, 7.6%)은 오리나무(15년 평균, 14.7%)와 자작나무(15년

평균, 15.1%)의 양성률과 비교했을 때 낮았으나 2006년은 23.8%로 높게 나왔다. 만 15년 동안 2006년에만 이러한 결과를 보여 소나무의 알레르기 발현성이 높다고 보기 어렵지만, 앞으로 소나무의 알레르기 발현성에 대한 연구가 추가적으로 더 필요할 것으로 보인다.

목초류는 서로 다른 목초의 꽃가루와 형태학적으로 구별하기 어려울 뿐만 아니라 알레르기 항원성도 서로 비슷하여 이들을 광학 현미경적으로 구분하는 것은 매우 힘들다고 알려져 있어 본 연구에서도 분류를 하지 않았다. 목초류에 의한 알레르기질환은 주로 5월부터 10월까지 주로 나타나지만 개인마다 노출 정도와 방법에 차이가 있으므로 대기 꽃가루량이 절정일 때와 개인의 임상 증상이 일치하지 않을 수도 있다.¹²⁶⁾ 본 연구에서 목초 꽃가루는 5-6월에 절정이었으며 이러한 결과는 2000년 Kim 등¹⁸⁾의 부산지역 연구와 동일하였으며, 기상청의 꽃가루 달력과의 차이가 없었다. 그러므로 이 시기에 알레르기질환이 발병되거나 악화되는 경우에는 나무 꽃가루와 잡초 꽃가루보다는 목초 꽃가루와의 연관성을 고려하여야 한다. 목초 꽃가루는 산이 많은 국내와 달리 평원이 발달한 유럽에서 꽃가루증의 가장 흔한 원인으로 보고되고 있으며,²⁾ American Academy of Allergy, Asthma and Immunology 뉴스지에 의하면 미국에서는 돼지풀 다음으로 많이 호발하는 화분으로 알려져 있다. 본 연구에서도 목초 꽃가루의 알레르겐 감작률은 2009년 이전 결과가 없어 한계가 있으나 잡초 꽃가루에 대한 알레르겐 감작률보다 더 높은 값을 가지고 있었다. 그러므로 국내에서도 목초 꽃가루와 알레르기질환들과의 상관관계에 대한 연구가 유럽이나 미국에서와 같이 앞으로 이루어져야 할 것으로 보인다.

본 연구에서 잡초류는 15년 동안 꽃가루량의 변동이 많았는데 알레르기 피부검사에서도 변동이 비슷하게 나타났다. 환삼덩굴은 덩굴성 일년초로, 국내의 경우 자연이 파괴된 곳 어디든지 왕성한 번식을 하며 자연이 회복되는 과정에서 초기단계 식물로 알려져 있고 썩 다음으로 높은 빈도를 나타내고 있었으나,^{19,20)} 본 연구에서는 2008년 이후 환삼덩굴의 급격한 개체 증가로 잡초류 중에서 가장 많은 채집량을 보이고 있었다. 그리고 알레르겐 감작률 또한 2008년 이전 결과가 없어 한계가 있지만 2009년 이후 썩과 돼지풀 보다 높게 나타나고 있다. 돼지풀은 국화과 일년초로, 주로 도시 부근의 빈터에서 집단으로 자생하는데²⁷⁾ 70년대 초반까지는 국내에서 개체 수가 적었으나, 미국이나 유럽 등지와 무역적 교류가 활발해진 70년대 후반부터 분포가 증가하기 시작하여 최근 국내에서도 가장 흔한 가을철 꽃가루이다.¹⁶⁾ 돼지풀 개체 수 증가를 2006년 Oh 등²⁸⁾의 연구에서는 두 가지로 설명하고 있는데 첫째는 경제 발달로 경작지는 줄고 유희지가 늘어나게 되면서 그 결과 척박해진 토지에 자생력이 좋은 돼지풀이 왕성하게 번식하게 되었고 이 유희지를 다시 개발하면서 흙 속에 있던 이들 돼지풀 씨가 사람의 옷이나 물건 등에 붙어 트럭이나 버스 등의 운송수단을 따라 전국적으로 번지게 된다는 추정이다. 둘째는 지구의 온난화 혹은 온실 효과로 인하여

환경에서 이산화탄소의 농도가 두 배로 증가하게 되면 돼지풀 생성은 61% 증가한다는 보고이다. 이러한 연구 보고 이후 국내에서는 전국적으로 환경정비를 하게 되었으며, 그 결과 이번 연구에서 부산지역의 돼지풀 채집량과 알레르겐 감작률은 2009년 이후로 감소하고 있음을 확인할 수 있었다. 썩은 국화과 다년생 잡초로,²⁹⁾ Lee와 Lee²⁰⁾에 의하면 우리나라에는 26종류의 썩이 있지만 꽃가루 채집 때 흔히 관찰되는 종류는 mugwort, sagebrush이다. 이 두 종류의 썩이 주로 알레르기질환을 유발하는 것으로 알려져 있다.³⁰⁾ 본 연구에서는 썩이 돼지풀보다 많은 채집량을 보이고 있으며, Kim 등¹⁸⁾이 1997-1999년까지 부산지역 썩 화분량이 서울, 구리지역보다는 많은 것으로 보고한 것과 일치한다. 그리고 썩 화분량은 2005년부터 감소하는 양상을 보이고 있는데, 이에 알레르기 감작률 또한 2006년부터 감소하고 있다.

본원에서 알레르기 질환들로 진단받고 피부시험을 시행한 환아 수는 2006년 이전에는 매년 전체 환아 수의 5% 미만이었으나 2006년 이후로는 8% 이상으로 증가되었는데, 이러한 결과는 2012년 질병관리본부에서 발표한 최근 10년간 알레르기질환의 유병률 증가와 동일하였다. 그러나 본 연구는 15년 동안 꽃가루 알레르겐 감작률의 연도별 변화에 있어, 전체 인구집단에서 알레르기질환 대상 중 꽃가루에 감작된 대상이 얼마나 본원을 방문했는지와 그 이외에 다른 많은 변수들도 고려해야 한다는 제한점이 있다.

또한 본 연구는 연구기간 동안 병원 이전으로 인하여 동일한 장소에서 꽃가루를 채집하지 못하였으며 단일 기관의 후향적 연구라는 제한점도 있다. 그러나 병원 이전이 장거리가 아니라 10 km 떨어진 부산 시내의 비슷한 환경이고, 꽃가루를 채집한 기간도 각각 7년 내외로 비슷하였으며 각 기간 동안 꽃가루의 종류와 채집량에 큰 차이가 없어 장소 이동으로 인한 꽃가루 채집에 다른 영향을 보이지 않았다.

본 연구는 국내에서 최초로 특정지역에서 만 15년 동안 3,326명이라는 장기간 대규모 환아를 대상으로, 피부시험 감작률과 같은 기간 동안 채집한 꽃가루와의 상관관계에 관한 연구라는 의미가 있을 것으로 생각한다. 지난 15년 동안 피부시험 감작률과 꽃가루와의 상관관계를 분석했을 때, 부산지역에서의 주된 알레르겐은 봄철은 자작나무, 오리나무이며 가을철에는 1998-2008년 동안은 돼지풀과 썩, 2009년 이후로는 환삼덩굴로, 잡초 꽃가루의 알레르겐이 바뀌었다는 사실을 알 수 있었다.

기상청은 2010년 대한 소아알레르기 호흡기학회와 더불어 1997-2009년 동안의 꾸준한 꽃가루 채집과 연구를 기반으로 꽃가루 달력을 만들었고, 현재는 기상청 홈페이지를 통하여 일별 꽃가루 농도 위험지수를 예보하고 있으며 꽃가루 농도모델 또한 2001-2006년 자료를 이용, 개발하여 2010-2011년 자료로 정확도까지 검증하였다.²³⁾ 이러한 꽃가루에 대한 지속적인 연구 성과들로 인하여 알레르기 환자들은 미리 알레르기 원인을 회피하여 일상생활뿐 아

나라 야외 활동도 맘껏 즐길 수 있는 등 삶의 질이 그 전보다 더 나아졌으나, 이러한 단순회피요법뿐 아니라 알레르기질환의 근본적인 치료에도 기여할 수 있도록 꽃가루에 대한 연구가 추가적으로 계속 이루어져야 할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Lewis WH, Vinay P, Zenger VE. Airborne and allergenic pollen of North America. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1983.
- Nilsson S, Praglowski J, Nilsson N. Atlas of airborne pollen grains and spores in northern Europe. Stockholm: Almqvist & Wiksell International, 1977.
- Nilsson ST, Spiekman FM. Traveller's allergy service guide. Stockholm: Palynological Laboratory, Swedish Museum of Natural History, 1992.
- Min YG. The pathophysiology, diagnosis and treatment of allergic rhinitis. *Allergy Asthma Immunol Res* 2010;2:65-76.
- Jung JW, Choi JC, Shin JW, Kim JY, Park IW, Choi BW. Clinical characteristics according to sensitized allergens in adult Korean patients with bronchial asthma. *Allergy Asthma Immunol Res* 2010;2:102-7.
- Taylor G, Walker J, Backley CH. 1820-1900: A detailed description of the astonishing achievement of Backley in describing the causes of hay fever. *Clin Allergy* 1973;3:103-8.
- Anderson JH. Allergenic airborne pollen and spores in Anchorage, Alaska. *Ann Allergy* 1985;54:390-9.
- Buck P, Levetin E. Airborne pollen and mold spores in a subalpine environment. *Ann Allergy* 1985;55:794-801.
- Yasueda H, Yui Y, Shimizu T, Shida T. Isolation and partial characterization of the major allergen from Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) pollen. *J Allergy Clin Immunol* 1983;71(1 Pt 1):77-86.
- Kaufman HS, Ranck K. Antigen recognition in Filipinos, Japanese, Chinese, and Caucasians. *Ann Allergy* 1988;60:53-6.
- Platts-Mills TA, Solomon WR. Aerobiology and inhalant allergens. In: Middleton E, Reed CE, Ellis E, editors. *Allergy principles and practice*. 4th ed. St. Louis: Mosby, 1992;469-528.
- Solomon WR, Weber RW, Dolen WK. Common allergenic pollen and fungi. In: Bierman CW, Pearlman DS, Shapiro GG, Busse WW. *Allergy, asthma, and immunology from infancy to adulthood*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1996:93-114.
- Kim JH, Oh JW, Lee HB, Kim SW, Kang IJ, Kook MH, et al. Changes in sensitization rate to weed allergens in children with increased weeds pollen counts in Seoul metropolitan area. *J Korean Med Sci* 2012;27:350-5.
- Kim HS, Lee MK, Park HS, Kim HJ, Hong CS. Pollen counts in the air of Seoul during 88 Seoul Olympics. *Allergy* 1989;9:564-70.
- Park CW, Sim SS, Jung M, Park CH, Ryu HS, Lee YM, et al. Survey of airborne pollens in Mokpo, 1992. *Allergy* 1993;13:342-50.
- Oh JW, Lee HB. Aerobiological study for airborne pollen and mold in Kuri-shi, Kyunggi-do. *Pediatr Allergy Respir Dis* 1997;7:57-68.
- Oh JW, Lee HR, Kim JS, Lee KI, Kang YJ, Kim SW, et al. Aerobiological study of pollen and mold in the 10 states of Korea. *Pediatr Allergy Respir Dis* 2000;10:22-33.
- Kim MJ, Cheon KW, Kim SW. Aerobiological study for airborne pollen and mold in Pusan. *Pediatr Allergy Respir Dis* 2000;10:119-30.
- Chang NK. Illustrated flora and fauna of Korea Vol. 29 pollens. Seoul: Ministry of Education, 1986.
- Lee YS, Lee ST. Plant taxonomy. Seoul: Woo Sung Press, 1994.
- Punt W, Hoen PB, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A. Glossary of pollen and spore terminology. Utrecht: LPP Foundation, Laboratory of Palaeobotany and Palynology, University of Utrecht, 1994.
- Nilsson ST, Praglowski J. Erdtman's handbook of palynology. 2nd ed. Copenhagen: Munksgaard, 1992.
- Climate Change Information Center [Internet]. Seoul: Korea Meteorological Administration, Climate Change Information Center; c2009 [2013 Mar 30]. Available from: http://www.climate.go.kr/home/02_information/04_2.html.
- Kim KR, Park KJ, Lee HR, Kim M, Choi YJ, Oh JW. Development and evaluation of the forecast models for daily pollen allergy. *Korean J Agric For Meteorol* 2012;4:265-8.
- Oh JW. Characteristics of allergic pollen and the pollen amount was recently changed in Korea. *Korean J Asthma Allergy Clin Immunol* 2007;27:1-7.
- Bassett IJ, Crompton CW, Parmelee JA. An atlas of airborne pollen grains and common fungus spores of Canada. [Ottawa]: Department of Agriculture, Research Branch, 1978.
- Solomon WR, Burge HA, Muilenberg ML. Allergen carriage by atmospheric aerosol. I. Ragweed pollen determinants in smaller micronic fractions. *J Allergy Clin Immunol* 1983;72(5 Pt 1):443-7.
- Oh JW, Kang IJ, Kim SW, Kook MH, Kim BS, Shin KS, et al. The correlation between increased sensitization rate to weeds in children and the annual increase in weed pollen in Korea. *Pediatr Allergy Respir Dis* 2006;16:114-21.
- Brown HM, Irving KR. The size and weight of common allergenic pollens: an investigation of their number per microgram and size. *Allergy* 1973;28:132-7.
- Oh JW. Characteristics and distribution of airborne pollen and mold. *Pediatr Allergy Respir Dis* 1998;8:1-15.