

## 空中에 飛散하는 *Pinus rigida* 花粉의 일변화량

張 楠 基·金 載 根

(서울大學校 師範大學 生物教育科)

### A Study on the Diurnal Change of *Pinus rigida* Pollen Deposition in Mt. Kwan-ak

Chang, Nam-Kee and Jae-Geun Kim

(Dept. of Biology, College of Education, Seoul National Univ.)

#### ABSTRACT

The amount of *Pinus rigida* pollen deposition was hourly measured by Durhan's pollen trap in Seoul National University during May 9~16, 1987 and May 9~15, 1988.

The peak times of pollen deposition were 9~10 o'clock and 16~17 o'clock.

The correlation coefficients between pollen deposition and daily mean temperature, relative humidity, and wind speed were 0.625, -0.655 and 0.418 respectively. It is thought that pollen maturation rate is correlated with mean temperature and the pollen sac rupture is seemed to be caused with decreasing relative humidity, and pollen deposition with increasing wind speed.

#### 緒 論

花粉의 생산과 산포방식은 受粉, 受精 그리고 종자의 형성에 관계되기 때문에 育種學者 및 식물학자들에게 흥미롭게 다루어지고 있다. 또한 화분은 알레르기원으로 작용하기 때문에 이에 대한 연구가 의학분야에서도 활발히 진행되고 있다.

花粉에 관한 생태학적 연구는 古氣候의 變遷과 森林의 變遷 등을 아는데 필요하며 (Oh, 1971; Hong, 1978), 이러한 見地에서 公중화분의 散布時期의 要因 등이 조사되어 왔다(朱, 1965; 金, 1973; 閔, 1984; 張과 金, 1985; 張 等, 1988). 특히 公중화분의 비산에 관해서 科學적 측면에서는 상당히 중요시 되어왔으나 생태학적 연구는 매우 부족한 편이다.

公중화분의 종류, 낙하량, 낙하시기는 조사지역의 植生, 氣候 등의 환경요인에 따라 다르게 나타나므로 지역별로 조사가 진행되어 왔다(Singh and Babu, 1982; Al-Doory *et al.*, 1980; Amin and Bokhari, 1977; Anderson *et al.*, 1978; Cua-Lim *et al.*, 1978). 이들의 경우는 주로 계절적인 화분의 종류와 양의 변화를 조사했으며, 이들의 변화는 온도, 풍속, 상대습도, 강우에 의해 결정된다고 하였다. 특히 Koivikko *et al.* (1986)와 張 等(1988)은 목본화분의 경우 公중화분의 출현개시일이 積算溫度와 관계가 있음을 논의하였으며, 갑작스런 화분량의 감소는 강우에 기인한다고 하였다.

하루의 시간대에 따른 公중화분량은 Gurney and Cryst(1955)에 따르면 돼지풀화분의 경

우 정오에 가장 높은 농도로, 저녁 늦게와 이른 오전에 낮은 농도로 존재하며, Jones(1952)에 따르면 화분의 종류에 따라 분포양상이 다르다. 또한 Tsukada(1982)는 오리나무화분의 경우 16~17시 사이에 가장 많이 낙하하며, 이러한 낙하양상은 상대습도 및 온도와 관계있다고 하였다. 그리고 하루하루의 총 화분량과 11시에서 15시 사이의 적산온도 사이에 상관계수가 0.964로 높은 상관성이 있음을 밝혔다.

지금까지의 연구는 주로 계절적 변화와 1일간의 변화 그 자체에 중점을 두고 있으며, 변화원인은 거의 다루지 않고 있다. 그러므로 본 연구에서는 화분 낙하량변화의 원인이 되고 있는 온도, 상대습도, 풍속, 운량 및 조도를 낙하량과 함께 측정하여 이들이 어느정도 관계가 있는가를 밝히고, 아울러 관악산에서의 리기다소나무(*Pinus rigida*)화분의 1일간 분포양상을 밝히고저 한다.

材料 및 方法

관악산(37°27'E, 126°57'N)의 북사면에 위치한 서울대학교 교내의 지상 10 m에서 Durhan

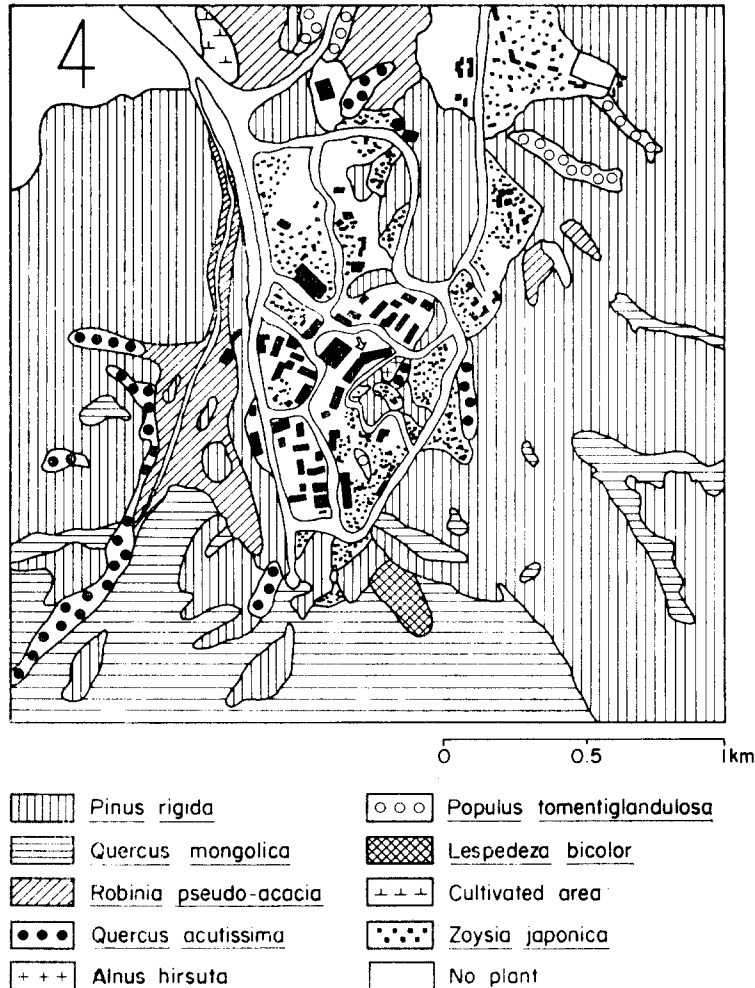


Fig. 1. Vegetation map of the study area in Mt. Kwan-ak. ↓ : pollen sampler.

(1946)의 증력채집기를 이용하여 리기다소나무화분의 최대 비산시기(張 等, 1988)인 1987년 5월 9일부터 16일까지, 1988년 5월 9일부터 15일까지 1시간 간격으로 공중화분을 채집하였다. Slide에는 바셀린을 얇게 도말하여 채집기에 설치하였으며, 회수한 후에는 오염방지를 위해 Petridish에 넣어 검경할 때까지 보관하였다. 채집된 공중화분은 acid Fuchsin과 glycerin을 1:1의 비율로 혼합한 염색액으로 간이염색한 후 현미경을 사용하여 100배에서 관찰하였다. 관찰시 cover glass(18×18 mm)내의 리기다소나무 화분립의 수를 모두 측정하였다. 화분의 낙하량은 관찰된 화분립수를 grains/cm<sup>2</sup>·hr로 계산하였다.

기상자료는 서울대학교내에 위치하는 기상관측소에서 Vaisala Co. MILOS200 automatic weather station으로 지상 10 m에서 측정하였다. 측정은 1시간 간격으로 10분간 행하였으며 이들의 평균치를 사용하였다.

조사지점 주변의 식생분포는 Fig. 1에서 나타나듯이 리기다소나무와 신갈나무(*Quercus mongolica*)가 주로 분포한다. 화분채집기에 근접해서 리기다소나무, 물오리나무(*Alnus hirsuta*)가 분포한다. 이외에 아까시나무(*Robinia pseudo-acasia*), 상수리나무(*Q. acutissima*) 등의 목본과 잔디(*Zoysia japonica*)등의 초본이 분포하고 있다. 자세한 사항은 金과 金(1985)의 논문을 참고하기 바란다.

조사기간동안 리기다소나무가 개화하고 있었으며, 물오리나무는 개화가 끝난 상태였다. 조사말기에 소나무(*Pinus densiflora*)의 개화가 시작되는 단계였으며, 다른 식물의 개화는 주목할 만한 정도가 되지 못하였으며, 화분 또한 거의 낙하되지 않았다.

## 結果 및 考察

### 화분의 낙하량

조사기간 동안에 관찰된 총 화분은 2,945립이었으며, 1987년에는 5월 14일에 513립이, 1988년에는 5월 12일에 351립이 낙하된 것으로 조사되어, 각각 최고치를 나타내었다(Table 1). 시간대별로는 낮동안인 6시에서 19시 사이에 78%가 낙하하였다. 오전 6시부터 화분의 낙하량은 증가하여 9시에서 10시 사이에 297립으로 첫번째 극치를 기록했으며, 이후 감소하다가 14시에서 15시 사이에 다시 증가하기 시작하여 16~17시 사이에 220립으로 두번째 극치를 나타내었다. 이후 점차 감소하여 40~60립 정도씩 낙하하였다. Jones(1952)의 조사에 의하면 초본화분의 종류에 따라 낙하양상이 다르게 나타나고 있으며, 일본에서 행한 *Alnus rubra* 화분의 경우(Tsukada, 1982)도 Jones(1952)의 결과 및 본 조사결과와 다른 양상을 나타내었다. 즉, 화분의 낙하양상은 화분의 종류와 주변환경에 따라 다르게 나타난다고 할 수 있다.

### 화분낙하량과 기상과의 관계

Fig. 2는 조사기간 동안의 화분낙하량과 기상조건을 나타낸 것이다. 온도와 상대습도는 서로 역관계를 나타내고 있다. 온도의 경우 낮에 증가하고 있으며, 이러한 증가양상은 조도와 깊은 관계를 나타내고 있다. 1987년의 경우에는 운량을 조사하였으며, 운량이 많을 때는 전반적으로 화분의 낙하량이 적게 나타나나, 낮과 밤의 구분이 없기 때문에 밤에 화분의 낙하가 적은 것을 설명할 수 없다. 그러므로 1988년의 조도와와의 관계를 보면 낙하량의 변화와 비슷한 양상을 나타낸다. 그러나 이 그림에서는 화분의 1일 총 낙하량이 매일 증가하다가 감소하는 현상을 설명할 수 없다.

Tsukada(1982)는 화분량의 증가와 11시에서 15시 사이의 적산온도와 상관이 높음을 보

**Table 1.** Pollen deposition number during every hour from May 9 to May 16, 1987 and from May 9 to May 15, 1988(grains/cm<sup>2</sup>/hour)

Time	1987. 5.								1988. 5.								Total
	9	10	11	12	13	14	15	16	9	10	11	12	13	14	15		
6~7	5	2	0	0	1	6	6	5	—	3	0	25	5	6	0	64	
7~8	0	1	1	1	0	29	13	18	1	5	1	19	1	22	7	119	
8~9	1	1	1	0	0	23	9	30	5	3	0	19	1	4	24	121	
9~10	4	1	1	2	1	66	33	40	3	3	2	61	4	55	21	297	
10~11	2	0	1	53	0	87	21	19	3	12	2	48	8	18	31	295	
11~12	0	1	0	15	1	79	24	43	0	4	13	30	8	10	24	252	
12~13	1	2	0	15	6	39	31	19	1	6	6	15	2	5	48	196	
13~14	0	1	0	10	7	35	27	33	3	6	13	13	10	9	19	186	
14~15	0	0	1	13	2	41	40	33	4	6	3	5	15	7	7	177	
15~16	1	1	1	6	4	27	92	25	2	3	6	9	5	16	11	209	
16~17	0	1	1	7	3	21	44	22	1	1	2	15	4	90	8	220	
17~18	0	1	0	2	4	9	14	20	1	2	2	16	4	8	4	87	
18~19	0	1	0	1	3	5	10	13	5	3	2	15	10	3	4	75	
19~20	1	2	1	3	2	2	13	5	2	1	3	10	38	2	4	89	
20~21	8	2	1	2	6	2	10	3	2	1	2	11	11	2	—	63	
21~22	4	1	1	0	6	2	14	1	2	1	2	12	12	3	—	61	
22~23	0	4	1	0	28	2	10	2	3	2	2	7	6	8	—	75	
23~24	0	1	0	2	13	2	4	20	2	2	7	5	4	4	—	66	
0~1	1	0	0	1	3	2	5	—	2	2	4	8	9	0	—	37	
1~2	1	0	0	0	3	2	3	—	4	0	6	6	20	0	—	45	
2~3	0	2	0	0	4	5	3	—	4	0	8	1	9	1	—	37	
3~4	1	6	0	1	5	3	15	—	6	1	4	0	17	1	—	60	
4~5	1	0	0	0	2	5	13	—	1	1	10	0	31	0	—	64	
5~6	1	1	0	0	1	19	12	—	2	1	6	1	5	1	—	50	
Total	32	32	11	134	105	513	466	351	59	69	106	351	239	265	212	2945	

고 하였는데 본 연구에서는 상관성이 없는 것으로 나타났다. 1987년의 경우 11일까지 화분낙하가 지연되는데 이때의 雲量은 대부분 10을 나타내고 있다. 그리고 12일 운량이 낮아져 화분이 어느정도 낙하하다가 13일 雲量이 다시 많아지면서 화분낙하가 지연되고 있다. 이러한 결과로 보아 Tsukada(1982)의 결과와 다르게 나타난 것은 雲量에 의한 영향으로 사료된다.

1988년 5월 14일의 경우에는 조도가 낮았으며, 화분낙하량의 변화가 상당히 심하였다. 張等(1988)의 결과와 1987년의 결과에 의하면, 12일에서 15일 사이에 최대 낙하일이 존재하고 있다. 1988년의 경우에는 12일이 최대낙하일이 되었지만 12일 이후에 나타날 수 있었음을 그림을 통해 알 수 있다. 특히 14일의 경우 풍속이 시시각각으로 변하였으며, 오후에는 소나기가 가끔씩 내렸다. 그러므로 빗방울에 의한 충격에 의한 개화와 풍속의 변화에 의한 비산에 의해 화분낙하량의 큰 변화가 나타났다고 생각된다.

#### 온도 및 상대습도와 화분낙하량과의 관계

Fig. 3은 시간별 총 화분낙하량과 평균온도 및 상대습도의 평균치를 나타낸 그림이다. 온도가 증가함에 따라서 화분낙하량도 증가하고 있다. 온도와 화분낙하량과의 단상관계수를 구해본 결과  $r=0.625$ 로서 99%수준에서 유의한 값을 나타내었다. Taukada(1982)는 이들의 관계가 새벽에는 역상관이며, 오후에는 정상관이라고 보고하였으며, Reiss and Kostic(1976)은 봄과 여름의 최저기온 및 평균기온과 정상관 관계가 있다고 하였다. 또한 Spieksma(1980)는 최고, 최저기온과 관련이 있다고 하였다.

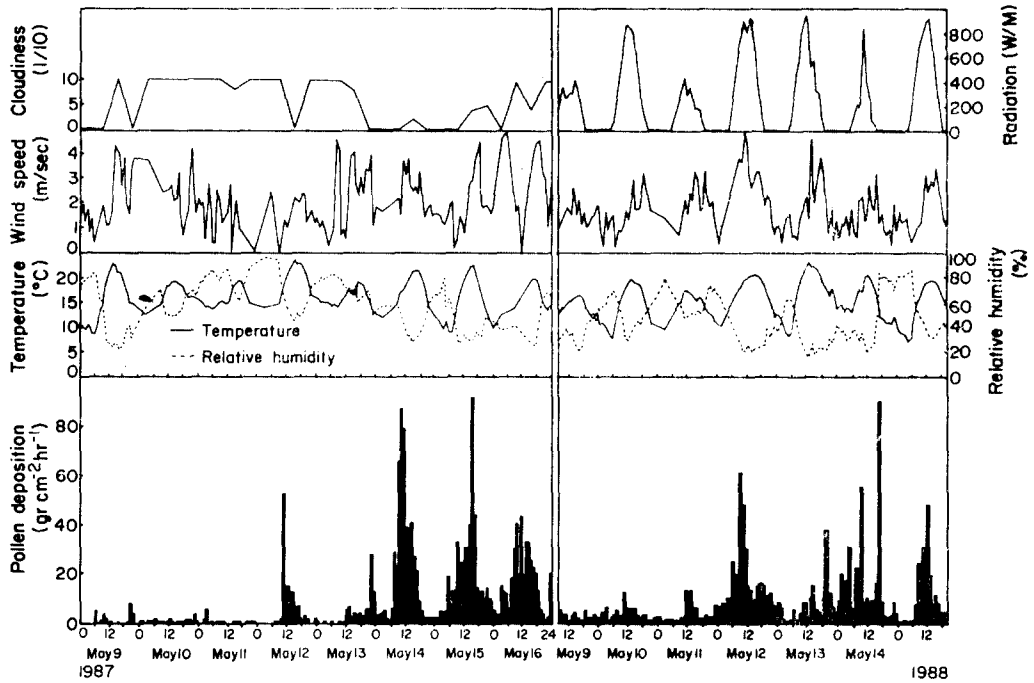


Fig. 2. Variation in pollen deposition and atmospheric conditions during every hour from May 9 to May 16, 1987 and from May 9 to May 15, 1988.

화분의 대부분은 낮에 개화를 하고 있으며(Jones, 1952), 이때 공중에 산포되어 밤에까지 낙하하고 있다. 식물의 경우 밤에도 대사작용이 일어나기 때문에 밤동안에도 화분의 성숙이 이루어지리라 생각되며, Tsukada(1982)의 온도와 하루 총 화분량의 관계 또한 화분의 성숙과 관계가 있다고 생각된다. 특히 Fig. 3에서 보듯이 9시에서 10시 사이에 갑자기 화분낙하량이 증가한 것은 밤동안 성숙되어 있다가 상대습도의 변화로 인해 갑자기 개화했기 때문으로 사료된다.

상대습도와 화분낙하량과의 상관계수는  $-0.655$ 로 99%수준에서 유의하였다. 화분낙하량이 갑자기 증가한 9시의 상대습도는 49.6%이었으며, 이는 50%이하의 상대습도에서 리기다소나무의 화분낭이 파열될 수 있음을 나타내고 있다. 그리고 상대습도에 따라서 화분의 낙하율이 달라질 수 있음을 Smith and Rooks(1954)는 보고하고 있으며, Tsukada(1982) 역시 새벽의 낙하량 증가가 상대습도의 증가에 의한다고 하고 있으나, 본 연구의 경우에는 이러한 현상이 나타나지 않았다. 그러므로 본 연구에서의 상대습도는 화분낭의 파열에 큰 영향을 미친다고 할 수 있다.

**화분낙하량과 풍속과의 관계**

화분의 비산량과 풍속과의 관계에 대한 Tsukada(1981)의 이론식에 의하면 15 m 높이의 근원점에서 화분이 비산한다고 할 때 250 m의 거리에서 가장 많은 화분이 존재한다고 하며, 500 m 정도까지 최대의 절반 수준을 유지한다고 한다. 그리고 이때 관련되는 사항으로 수평, 수직 확산계수와 풍속, 온도등을 들고 있다. 본 연구는 Fig. 1에서와 같이 채집기를 중심으로 2 km 정도까지 리기다소나무가 골고루 분포하기 때문에 화분이 많이 존재하는 구역에서 실험을 행했다고 할 수 있다.

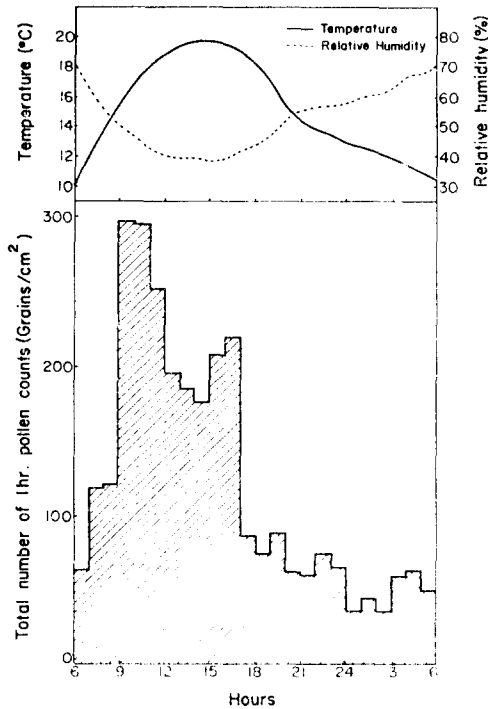


Fig. 3. Diurnal change of pollen deposition from May 9 to May 16, 1987 and May 9 to May 15, 1988.

계관수는 0.418로 95% 수준에서 의미가 있었다. 특히 풍속은 온도의 증가와도 관련이 있었으며, 8시경에 상당히 증가하기 시작하여 14시경도에 일정한 수준을 유지하다가 감소하였다.

풍속의 증가에 따라 화분은 공중에 산포되고 점차로 지상에 낙하하기 때문에 상당히 멀리까지, 그리고 풍향에 따라 여러 방향으로 산포된다. 이러한 영향을 알아보기 위해 Strandhede *et al.*(1984)은 핀란드에서 식생과 화분낙하량 및 종류와의 관계를 조사하였다. 또한 Raynor *et al.*(1975)과 Heise and Heise(1948)은 공중에 분포하는 화분량을 조사하였다. 결과에 의하면 3,500 ft에서 가장 높은 농도로 존재하고 있으나 화분이 공중에 끌고루 분포하지 않는다고 하였다.

이러한 풍속의 영향은 일단 화분낭이 파열된 이후의 이동에 관계를 한다. Ragweed 화분의 경우 풍속이 1.58 m/sec이상이면 중력을 극복할 수 있으며(Smith and Rooks, 1954), 오리나무화분의 경우 2 m/sec이상이 되어야 잘 비산한다(Tsukada, 1982). 본 연구의 경우에는 9시에 풍속이 2 m/sec에 도달하였으며, 이때 화분이 많이 낙하하였다(Fig. 4). 그러므로 리기다소나무화분의 경우 크기가 상당히 크지만 두개의 기낭을 가지고 있기 때문에 2 m/sec이상에서 잘 비산할 수 있다고 말할 수 있다.

화분의 낙하량을 결정하는 데는 크게 화분의 성숙과정과 화분낭의 파열과정 그리고 화분의 비산 및 낙하과정으로 나눌 수 있다. 각각의 과정에 속하는 기상조건은 앞의 결과에서 보았듯이 온도, 상대습도, 풍속으로 볼 수가 있다. 화분의 낙하량을 결정하는 과정은 성숙과정, 파열과정 그리고 비산 및 낙하과정이 순차적으로 일어나야하며, 이 세 과정중 어느 한

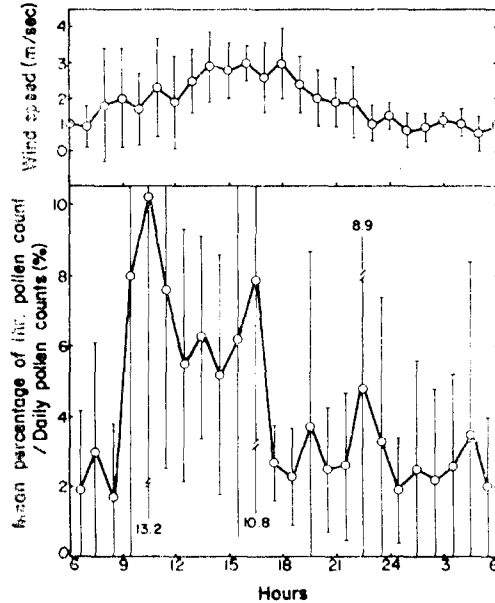


Fig. 4. Diurnal change of wind speed and percentage of pollen deposition from May 12 to May 15, 1987 and May 11 to May 14, 1988.

Fig. 4는 화분낙하량의 상대값 평균과 풍속의 평균을 나타낸 그림이며, 이들간의 상

과정도 생략될 수 없다. 즉 1987년의 경우 초기에 화분낙하가 지연된 것은 성숙과정이 제대로 이루어지지 않았기 때문이라 할 수 있으며, 1988년의 5월 14일과 15일의 경우는 상대습도가 너무 높아 파열이 제대로 안 일어났기 때문이라고 할 수 있다. 그러나 Fig. 2에서 보듯이 세가지 기상조건은 거의 동시에 변하고 있다. 즉 조도가 높을 때 온도가 높아지고, 상대습도가 낮아지며 풍속 또한 증가한다. 그러므로 이들의 영향이 합하여져 화분낙하량이 더욱 큰 폭으로 변한다고 사료된다.

### 摘 要

서울대학교 교내의 지상 10 m되는 곳에서 1987년 5월 9일부터 16일, 1988년 5월 9일부터 15일까지 리기다소나무(*Pinus rigida*) 화분의 낙하량을 1시간 간격으로 측정하였다. 리기다소나무 화분의 1차 최대 낙하시기는 9시에서 10시 사이이며, 2차 최대 낙하시기는 16시에서 17시 사이로 나타났다. 화분낙하량과 온도, 상대습도 및 풍속과의 상관계수는 각각 0.625, -0.655 및 0.418이었다. 그리고 온도는 화분의 성숙단계와 상대습도는 화분낙하의 파열단계와, 풍속은 공중에 비산되고 낙하되는 단계와 관련된다고 생각된다.

### 引 用 文 獻

- Al-Doory, Y., J.F. Domson, W.A. Howard and R.M. Sly.(1980). Airborne fungi and pollens of the Washington, D.C., Metropolitan area. *Annals of Allergy*, 45 : 360~367.
- Amin, R. and M.H. Bokhari.(1977). Survey of atmospheric pollens in Shiraz, Iran-1976. *Annals of Allergy*, 39 : 192~195.
- Anderson, E.F., C.S. Dorsett and E.O. Fleming.(1978). The airborne pollens of Walla Walla, Washington. *Annals of Allergy*, 41 : 232~235.
- 張楠基·金南一.(1985). 冠岳山에 있어서 空中에 飛散하는 花粉塵에 關한 研究. *한생태지*, 8 : 39~48.
- 張楠基·金南一·金載根.(1988). 冠岳山에서 空中花粉의 飛散時期와 飛散量의 變化. *한생태지*, 11 : 123~130.
- Cua-Lim, F., P.C. Payawal and G. Laserna.(1978). Studies of atmospheric pollens in the Philippines. *Annals of Allergy*, 40 : 117~123.
- Durhan, O.C.(1946). The volumetric incidence of airborne allergens. IV. A proposed standard method of gravity sampling, counting and volumetric interpretation of results. *J. Allergy*, 17 : 79~86.
- Gurney, C.W. and S. Cryst.(1955). Aeroallergen studies with the molecular filter membrane. *J. Allergy*, 26 : 533~541.
- Heise, H.A. and E.R. Heise.(1948). The distribution of ragweed pollen and alteraria spores in the upper atmosphere. *J. Allergy*, 19 : 403~407.
- Hong, S.C.(1978). Palynological studies on the peat of Koon-Ja country Korea. M.E. Thesis, Seoul National University.
- Jones, M.D. (1952). Time of day of pollen shedding of some hay fever plants. *J. Allergy*, 23 : 247~258.
- 朱良子.(1965). 花粉症에 關한 研究. 제 1 편 서울에서의 空中花粉. *大韓耳鼻咽喉科學會誌*, 8 : 11~15.
- 金鍾振.(1973). 서울에 있어서의 空中알레르겐의 分布. *小兒科*, 16 : 596~600.
- 金邊敏·金錫俊.(1985). 冠岳山의 南斜面과 北斜面의 植被의 比較研究. *한생태지*, 8 : 81~88.

- Koivikko, A., R. Kupias, Y. Mäkinen and A. Pojola. (1986). Pollen seasons; Forecasts of the most important allergenic plants in Finland. *Allergy*, 41 : 233~242.
- 閔庚業. (1984). 서울에서의 空中花紛 分布에 關한 大氣生物學的, 알레르기學的 研究. *알레르기*, 4 : 1~20.
- Oh, C.Y.(1971). Pollen analysis in the peats from Pyung-Taek country. *Korean J. Bot.*, 14 : 126~133.
- Raynor, G.S., E.C. Ogden and J.V. Hayes. (1975). Spatial variability in airborne pollen concentrations. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 55 : 195~202.
- Reiss, N.M. and S.R. Kostic. (1976). Pollen season severity and meteorologic parameters in central New Jersey. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 57 : 609~614.
- Singh, A.B. and C.R. Babu. (1982). Survey of atmospheric pollen allergens in Delhi; seasonal periodicity. *Annals of Allergy*, 48 : 115~122.
- Smith, R.D. and R. Rooks.(1954). The diurnal variation of airborne ragweed pollens as determined by a continuous recording particle sampler and implications of the study. *J. Allergy*, 25 : 36~45.
- Spieksma, F.T.M. (1980). Daily hay fever forecast in the Netherlands. *Allergy*, 35 : 593~603.
- Strandhede, S.O., J.A. Wihl and N.E. Eriksson.(1984). Tree pollen allergy: I. Features of plant geography and pollen counts. *Allergy*, 39 : 602~609.
- Tsukada, M. (1981). *Cryptomeria japonica* D. Don I. Pollen dispersal and logistic forest expansion. *Jap. J. Ecol.*, 31 : 371~383.
- Tsukada, M.(1982). Pollen deposition of *Alnus rubra* Bong. *Jap. J. Ecol.*, 32 : 405~414.

(1988年 12月 1日 接受)