

화분에 의한 납의 오염도 분석과 그 방제에 관한 연구

장남기 · 고영현 · 홍순철
서울대학교 사범대학 생물교육과

An Analysis and Control of Pb Pollutions of Soils by Pollens

Nam-Kee Chang, Yeong-Hyeon Ko and Soon-Cheol Hong

Dept. of Biology, College of Education, Seoul National University

ABSTRACT

In this paper, pollen types of plants and Pb, N, P, K, Ca and Na in pollens of trees were investigated to control the air and soil pollutions.

Morphological types of about 500 species of plants were identified to make the best use of paleontology, medicine and pharmacy. There were the positive correlations between Pb, N, P, K, Ca and Na contents in pollens and soils, respectively. A heavy metal, Pb, contained in pollens was not absorbed by rats. This fact should be utilized to purify air and soils polluted by Pb.

Key words: Pb, Pollen, Pollution, purification, Control.

서 론

옛부터 산 좋고 물 좋기로 유명한 우리 나라가 선진국 대열에 끼기 위하여 각 분야에서 많은 노력을 하고 있다. 그 가운데에서 가장 급진적으로 발전하고 있는 분야가 공업분야이다. 이와 같이 날로 발전하는 공업과 급증하는 차량에 의해 공기, 물 및 토양은 오염되고 있다. 이 오염은 많은 사람들에게 나쁜 영향을 끼치고 있어 많은 문제점을 안고 있다. 그러나 이 오염은 바람, 비, 식물과 같은 자연현상에 의하여 끊임없이 정화되기는 하지만 자연현상 그 자체로만 의지하기는 너무 부족하다. 그래서 우리는 많은 인공적 방법을 여러 가지로 모색하여 왔다. 그러나 그 인공적 방법은 많은 부작용을 낳기 때문에 좀 더 자연현상을 강화하여 오염을 방지·제거하는 방법을 연구하려던 끝에 저자들은 화분에 대하여 연구하여 보았다.

본 연구는 유해 중금속인 Pb의 오염도를 식물의 화분을 분석하여 그 지방의 중금속 오염도를 측정할 뿐만 아니라 화분은 sporopollenin과 섬유소로 되어 6억년이나 보존될 수 있는 튼튼한 화분벽을 가지고 있기 때문에 사람의 소화기관에 들어가도 소화되지 않고 그대로 배출된다는 점을

고려하여 중금속 오염의 방제 방법을 연구하려고 하였다. 서울특별시 일원의 소나무화분과 토양을 채취하여 Pb의 토양 오염도를 분석하고 화분에 의한 그 방제 방법과 효과를 연구하였다.

그리고 우리나라 고대 식물 군락의 역사적 변천과 고생태학의 연구에 중요한 기초자료가 되고 화분에 의한 알레르기 연구에 큰 공헌을 할 수 있는 화분의 형태에 대하여도 연구할 수 있는 계기가 되었다.(김·오, 1981; 박, 1990; 1993; 오, 1971; 장 등, 1987; 1988; 최, 1992; 홍, 1977)

연구지역 및 조사방법

1. 연구지역

1) 화분채취

제주도를 비롯하여 전국에 걸쳐 1977년 3월 개화가 시작되면서부터 현재까지 500여종의 식물 화분을 채취하여 생화분을 관찰했다.

2) 오염도 조사지역

서울 특별시와 인접해 있는 안양시 1개지소에서 소나무 화분과 토양을 채취하여 조사하였다. (Fig. 1)

2. 조사방법

1) 화분 표본

화분의 형태를 관찰하기 위한 표본을 글리세린 젤리법에 의하여 제작하였고 화분의 현미경 사진은 ASA-32 film을 사용하여 삼안 올림퍼스 현미경으로 촬영하였다.

2) 무기성분과 Pb성분

소나무화분과 토양의 분석

N 분석	-	마이크로젤달법으로 정량
P 분석	-	암모늄 몰리브덴산법으로 광전색계를 사용해 정량
K, Ca, Na 분석	-	화염흡광계로 정량
Pb 분석	-	원자흡광계로 정량

결과 및 고찰

1. 화분의 형태

3월부터 현재까지 화분을 채취하여 만든 표본 500여종을 관찰해 그 형태를 조사하고 Kunt Faegri와 Jons Iversen의 분류 방식에 따라 나누어 보았다.

이 분류법에 의하면 화분관구는 크게 2가지로 나누어진다. 하나는 -colpus라 하여 화분의 양극으로 길이가 폭의 2배 이상 길게 홈이 파진 것을 말하며 다른 하나는 -porus라 하여 거의 같은 직경을 갖는 구멍을 말하는 것이다.(장·임, 1919; 장, 1986)

이에 따라 화분을 분류한 것은 Table 1과 같다.

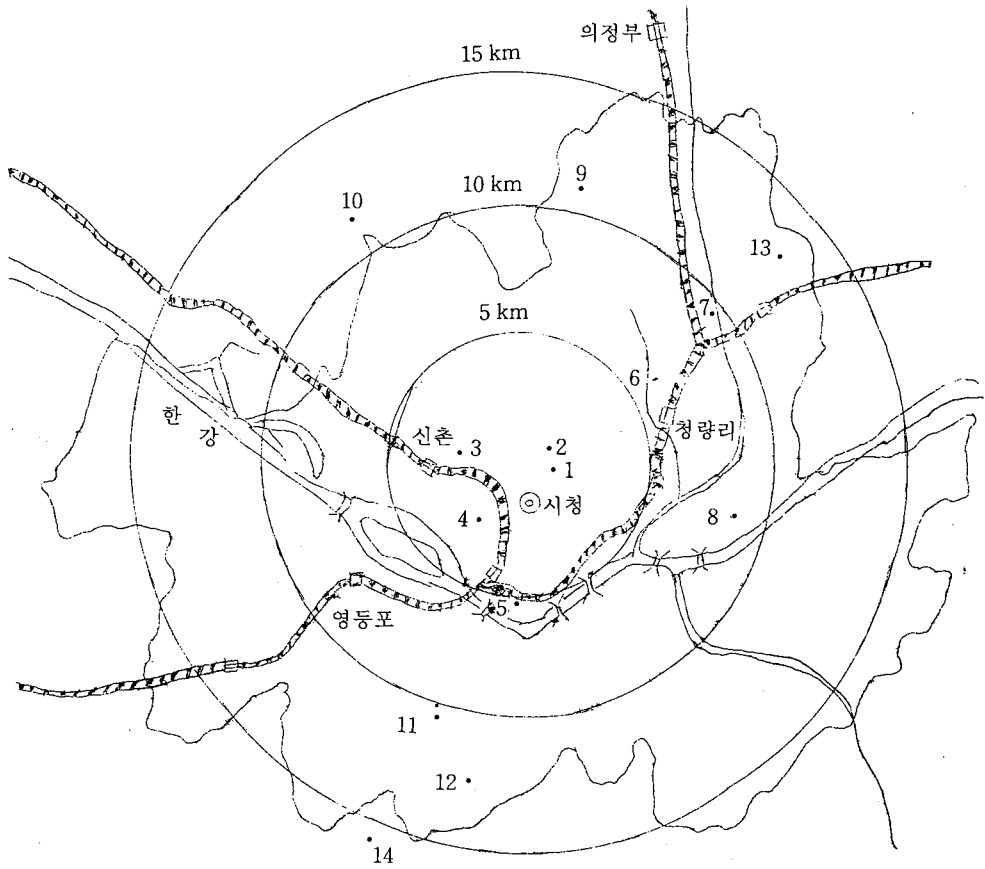


Fig. 1. Location of sampling sites in Seoul area.

- | | | |
|---------------------------|--------------------|----------------------|
| 1. Deckseong Women Univ., | 2. Pagoda Park, | 3. Ewha Women Univ., |
| 4. Sookmyung Women Univ, | 5. Echon-dong | 6. Hongneung |
| 7. Joongwha-dong | 8. Kun-Kuk Univ., | 9. Green Park |
| 10. Sam Song-li | 11. Bong Chon-dong | 12. Seoul Univ., |
| 13. Taeneung | 14. An Yang city | |

이와 같은 화분형의 특징은 우리 나라 고대 식물군락의 역사적 변천과 고생물학의 연구 및 약학, 지질학 등 타학문에는 물론이며 유전개발에도 중요한 기초자료가 될 수 있다고 믿는다.

2. 화분과 토양의 무기성분 및 Pb 함량

서울 특별시청을 중심으로 한 반경 5 km, 10 km, 15 km의 13개 지소와 안양시의 1개 지소에서 채취한 소나무화분과 토양에 함유되어 있는 N, P, K, Ca, Na 및 Pb를 정량 분석한 결과는 Table 2와 같다.

Table 1. Classification of basic pollen types

Vesiculate	<u>Pinaceae(소나무과)</u>	
	<i>Pinus densiflora</i> (적송)	<i>Pinus banksiana</i> (방크스 소나무)
	<i>Pinus bungeana</i> (백송)	<i>Pinus koraiensis</i> (잣나무)
	<i>Pinus thunbergii</i> (곰솔)	<i>Picea jezoensis</i> (가문비나무)
	<i>Pinus rigida</i> (리기다 소나무)	<i>Picea koraiensis</i> (종비나무)
Inapertate	<u>Pinaceae(소나무과)</u>	<i>Carex forficula</i> (산뚝사초)
	<i>Larix leptolepis</i> (낙엽송)	<i>Carex jaluensis</i> (참삿갓사초)
	<u>Cupressaceae(측백나무과)</u>	<i>Carex japonica</i> (개찌버리사초)
	<i>Thuja orientalis</i> (측백나무)	<i>Scirpus fluviatilis</i> (매자기)
	<i>Juniperus chinensis</i> (향나무)	<i>Scirpus wichurae</i> (방울고랭이)
	<i>Juniperus rigida</i> (노간주나무)	<u>Taxaceae(주목과)</u>
	<i>Chamaecyparis obtusa</i> var.	<i>Taxus cuspidata</i> (주목)
	<i>breviramea foraurea</i> (금편백나무)	<i>Cephalotaxus koreana</i> (개비자나무)
	<u>Cyperaceae(사초과)</u>	<u>Taxodiaceae(낙우송과)</u>
	<i>Carex siderosticta</i> (대사초)	<i>Cryptomeria japonica</i> (삼나무)
	<i>Carex breviculmis</i> (청사초)	<u>Lauraceae(녹나무과)</u>
	<i>Carex conica</i> (애기사초)	<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)
	<i>Carex maackii</i> (타래사초)	<i>Lindera obtusiloba</i>
	<i>Carex glabrescens</i> (곰솔사초)	for. <i>villosum</i> (털생강나무)
	<i>Carex bostrychostigma</i> (길뚝사초)	
	Monoporate	<u>Poaceae(화본과)</u>
<i>Hierochloe odorata</i> (향모)		var. <i>transiens</i> (개밀)
<i>Zoysia japonica</i> (잔디)		<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i> (띠)
<i>Alopecurus aequalis</i>		<i>Eriochloa villosa</i> (나도개피)
var. <i>amurensis</i> (뚝새풀)		<u>Typhaceae(부들과)</u>
<i>Poa sphondylodes</i> (포아풀)		<i>Typha orientalis</i> (부들)
<i>Beckmannia syzigachne</i> (개피)		
Monocolpate	<u>Liliaceae(백합과)</u>	<i>Asparagus oligoclonus</i> (방울비짜루)
	<i>Smilacina japonica</i> (지장보살)	<i>Trillium kamtschaticum</i> (연령초)
	<i>Smilacina japonica</i>	<u>Iridaceae(붓꽃과)</u>
	var. <i>mandshurica</i> (왕지장보살)	<i>Iris nertschinnskia</i> (붓꽃)
	<i>Erythronium japonicum</i> (얼레지)	<i>Iris ruthenica</i> (솔붓꽃)
	<i>Polygonatum odoratum</i>	<i>Iris koreana</i> (노랑붓꽃)
	var. <i>pluriflorum</i> (둥글레)	<i>Iris rossii</i> (각시붓꽃)
	<i>Polygonatum involucratum</i> (웅둥굴레)	<i>Iris pallasii</i> var. <i>chinensis</i> (타래붓꽃)
	<i>Tulipa edulis</i> (산자고)	<i>Iris ensata</i> var. <i>spontanea</i> (꽃창포)
	<i>Disporum ovale</i> (금강애기나리)	<u>Magnoliaceae(목련과)</u>
	<i>Disporum sessile</i> (운판나물)	<i>Magnolia kobus</i> (목련)
	<i>Gagea lutea</i> (중의무릇)	<i>Magnolia liliflora</i> (자목련)
	<i>Heloniopsis orientalis</i> (쳐녀치마)	<i>Magnolia sieboldii</i> (합박꽃나무)
	<i>Convallaria keiskei</i> (은방울꽃)	<u>Ginkgoaceae(은행나무과)</u>
	<i>Disporum viridescens</i> (큰애기나리)	<i>Ginkgo biloba</i> (은행나무)
	<i>Majanthemum bifolium</i> (두루미꽃)	<u>Araceae(천남성과)</u>
	<i>Paris verticillata</i> (삿갓나무)	<i>Arisaema amurense</i> var. <i>serratum</i> (천남성)
	<i>Hemerocallis minor</i> (애기원추리)	<i>Arisaema heterophyllum</i> (두루미천남성)
	<i>Hemerocallis middendorffii</i> (큰원추리)	<i>Pinellia ternata</i> (반하)
<i>Asparagus schoverioides</i> (비짜루)	<i>Arisaema robustum</i> (넓은잎천남성)	

Table 1. Continuance

	<u>Salicaceae(버드나무과)</u>	<i>Corydalis ternata</i> (들현호색)
	<i>Salix matsudana</i> for. <i>tortuosa</i> (용버들)	<i>Corydalis pallida</i> (괴불주머니)
	<i>Salix gracilistyla</i> (갯버들)	<u>Rosaceae(장미과)</u>
	<i>Salix glandulosa</i> var. <i>glabra</i> (왕버들)	<i>Prunus japonica</i> var. <i>nakaii</i> (이스라지)
	<i>Salix pseudo-lasiogyne</i> (능수버들)	<i>Prunus ishidoyana</i> (산이스라지)
	<i>Salix hultenii</i> (호랑버들)	<i>Malus baccata</i> (야광나무)
	<u>Fagaceae(너도밤나무과)</u>	<i>Malus baccata</i> var.
	<i>Quercus acutissima</i> (상수리나무)	<i>mandshurica</i> (털야광나무)
	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	<i>Rubus crataegifolius</i> (산딸기)
	<i>Quercus dentata-mongolica</i> (떡신갈나무)	<i>Duchesnea wallichiana</i> (뽕딸기)
	<i>Quercus aliena</i> (갈참나무)	<i>Rosa multiflora</i> (철레)
	<i>Quercus serrata</i> (졸참나무)	<i>Prunus salicina</i> (자두나무)
	<i>Quercus urticaefolia</i> (갈졸참나무)	<i>Prunus yedoensis</i> (왕벚나무)
	<i>Quercus dentata</i> (떡갈나무)	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>tomentella</i> (털벚나무)
	<i>Castanea crenata</i> (밤나무)	<i>Prunus pendula</i> for. <i>ascendens</i> (울벚나무)
	<u>Aceraceae(단풍나무과)</u>	<i>Prunus glandulosa</i> for. <i>albiplena</i> (옥매)
	<i>Acer negundo</i> (네군도단풍)	<i>Prunus persica</i> (복숭아나무)
	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	<i>Prunus tomentosa</i> (앵두나무)
	var. <i>koreanum</i> (좁은잎단풍)	<i>Pyrus pyrifolia</i> (돌배나무)
	<i>Acer barbinerre</i> (청시닥나무)	<i>Pyrus calleryana</i> var. <i>fauriei</i> (콩배나무)
	<i>Acer tchonokii</i> var. <i>rabripes</i> (시닥나무)	<i>Sorbus alnifolia</i> (팔배나무)
	<i>Acer ginnala</i> (신나무)	<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i> (양지꽃)
	<i>Acer ginnala</i> for.	<i>Potentilla freyniana</i> (세잎양지꽃)
Tricolpate	<i>divaricatum</i> (팽이신나무)	<i>Spiraea pubescen</i> (아구장나무)
	<i>Acer ukurunduense</i> (부계꽃나무)	<i>Spiraea prunifolia</i> for.
	<u>Ranunculaceae(미나리아재비과)</u>	<i>simpliciflora</i> (조팝나무)
	<i>Ranunculus japonicus</i> (미나리아재비)	<i>Spiraea chameadryfolia</i> var.
	<i>Pulsatilla koreana</i> (할미꽃)	<i>ulmifolia</i> (인가목조팝나무)
	<i>Adonis amurensis</i> (복수초)	<i>Spiraea chartacea</i> (떡잎조팝나무)
	<i>Caltha minor</i> (동의나물)	<i>Malus sieboldii</i> (아그배나무)
	<i>Anemone raddeana</i> (쟁의바람꽃)	<i>Chaenomeles lagenaria</i> (명자꽃)
	<i>Hepatica asiatica</i> for. <i>acutiloba</i> (노루귀)	<i>Chaenomeles japonica</i> (플명자)
	<i>Clematis tubulosa</i> (조희풀)	<i>Kerria japonica</i> (황매화)
	<i>Anemone narcissiflora</i> (바람꽃)	<i>Physocarpus insularis</i> (섬국수나무)
	<i>Clematis mandshurica</i> (으아리)	<i>Prunus padus</i> (귀룽나무)
	<i>Thalictrum filamentosum</i> (산쟁의다리)	<i>Malus asiatica</i> (능금나무)
	<i>Aquilegia oxysepala</i> (매발톱꽃)	<i>Rosa koreana</i> (흰인가목)
	<i>Paeonia suffruticosa</i> (모란)	<i>Rhodotypos scandens</i> (병아리꽃나무)
	<i>Clematis flabellata</i> (요강나물)	<i>Crataegus pinnatifida</i> (산사나무)
	<i>Ranunculus chinensis</i> (젓가락나물)	<i>Pourthiaea villosa</i> (윤노리나무)
	<u>Papaveraceae(양귀비과)</u>	<i>Pourthiaea villosa</i> var.
	<i>Chelidonium majus</i> (애기똥풀)	<i>longipes</i> (꼭지윤노리나무)
	<i>Dicentra spectabilis</i> (금낭화)	<i>Spiraea pubescens</i> var.
	<i>Corydalis turschaninovii</i>	<i>leiocarpa</i> (초령조팝나무)
	var. <i>genuina</i> (현호색)	<i>Spiraea pubescens</i> var.
	<i>Corydalis turtshchaninovii</i> var. <i>linearis</i> (땃잎현호색)	<i>lasiocarpa</i> (설악아구장나무)
	<i>Corydalis turtshchaninovii</i> var. <i>pectinata</i> (빗살현호색)	<i>Rubus fibesioideus</i> (섬딸기)

Table 1. Continuance

	<i>Exochorda serratifolia</i> (가침박달)	<i>Philadelphus schrenckii</i> (고광나무)
	<i>Rubus phoenicolasius</i> (붉은가시딸기)	<i>Philadelphus mandshuricus</i> (꼭지고광나무)
	<i>Potentilla discolor</i> (숨양지꽃)	<i>Philadelphus tenuifolius</i> (넓은잎고광나무)
	<i>Potentilla kleiniana</i> (가락지나물)	<i>Deutzia</i> spp.(꽃말발돌이)
	<i>Stephanandra incisa</i> (국수나무)	<i>Deutzia</i> spp.(각시말발돌이)
	<i>Rubus parvifolius</i> (명석딸기)	<i>Deutzia prunifolia</i> (바위말발돌이)
	<i>Rosa rugosa</i> var. <i>typica</i> (해당화)	<i>Deutzia parviflora</i> (말발돌이)
	<i>Filipendula palmata</i> (단풍터리물)	<i>Deutzia coreana</i> (매와말발돌이)
	<i>Aruncus dioicus</i> var.	<i>Ribes distans</i> var.
	<i>kamtschaticus</i> (눈개승마)	<i>breviracemum</i> (좁꼬리까치밥나무)
	<i>Prunus maximowiczii</i> (산개벚나무)	<i>Deutzia glabrata</i> (물참대)
	<u>Leguminosae</u> (콩과)	<i>Ribes mandshuricum</i> (개앵두나무)
	<i>Wistaria floribunda</i> (참등나무)	<i>Chrysosplenium barbatum</i> (흰팽이눈)
	<i>Vicia nipponica</i> var. <i>typica</i> (네잎갈퀴)	<i>Aceriphyllum rosii</i> (바위단풍)
	<i>Cercis chinensis</i> (박태기나무)	<i>Astilbe chinensis</i> var. <i>chinensis</i> (노루오줌)
	<i>Caragana chamlagu</i> (골담초)	<u>Oxalidaceae</u> (괭이발과)
	<i>Lathyrus japonica</i> (갯완두)	<i>Oxalis corniculata</i> (괭이밥)
Tricolpate	<i>Robinia pseudo-acacia</i> (아까시나무)	<i>Oxalis obtriangulata</i> (큰괭이밥)
	<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>japonicus</i>	<u>Rhinanthaceae</u> (현삼과)
	for. <i>typicus</i> (벌노랑)	<i>Mazus japonicus</i> (주름잎)
	<i>Trifolium repens</i> (토끼풀)	<i>Siphonostegia chinensis</i> (절국대)
	<i>Trifolium pratense</i> (붉은토끼풀)	<u>Cruciferae</u> (십자화과)
	<i>Lespedeza maximowiczii</i> var.	<i>Cardamine flexuosa</i> (황새냉이)
	<i>elongata</i> (늦싸리)	<i>Draba memorosa</i> var. <i>hebecarpa</i> (꽃다지)
	<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)	<i>Rorippa palustris</i> (속속이풀)
	<i>Lespedeza tetraloba</i> (속리산싸리)	<i>Cardamine fallax</i> (좁쌀냉이)
	<i>Lespedeza juncea</i> var.	<i>Cardamine leucantha</i> (미나리냉이)
	<i>inschanica</i> (땅비싸리)	<i>Turitis glabra</i> (장대나물)
	<i>Lespedeza trichocarpa</i> (큰땅비싸리)	<i>Thlaspi arvense</i> (말냉이)
	<i>Amorpha fruticosa</i> (죽제비싸리)	<i>Descurainia sophia</i> (재속)
	<i>Sophora angustifolia</i> (도둑놈의 지팡이)	<i>Raphanus acanthiformis</i> var.
	<i>Desmodium racemosum</i> (도둑놈의 갈고리)	<i>raphanistroides</i> (무우)
	<i>Vicia amoena</i> (갈퀴나물)	<i>Barbarea sibirica</i> (나도냉이)
	<i>Vicia subcapitata</i> (광릉갈퀴나물)	<i>Sisymbrium luteum</i> (노랑장대)
	<u>Saxifragaceae</u> (범의귀과)	<i>Wasabia koreana</i> (고추냉이)
	<u>Corylaceae</u> (자작나무과)	<i>Corylus sieboldiaca</i> (참개암나무)
	<i>Betula platyphylla</i> var.	<i>Carpinus cordata</i> (까치박달나무)
	<i>japonica</i> (자작나무)	<u>Moraceae</u> (뽕나무과)
Triporate	<i>Betula platyphylla</i> var.	<i>Morus alba</i> (뽕나무)
	<i>mandshurica</i> (만주자작나무)	<i>Morus bonbycis</i> (산뽕나무)
	<i>Corylus heterophylla</i> var.	<u>Lobeliaceae</u> (초롱꽃과)
	<i>thunbergii</i> (개암나무)	<i>Campanula punctata</i> (초롱꽃)
	<u>Gentianaceae</u> (용담과)	<u>Oleaceae</u> (물푸레나무과)
	<i>Gentiana zollingeri</i> (큰구슬봉이)	<i>Syringa palibiniana</i> (정향나무)
Tricolporate	<i>Gentiana squarrosa</i> var.	<i>Syringa palibiniana</i> var.
	<i>microphylla</i> (좁구슬봉이)	<i>kamibayashii</i> (둥근정향나무)
	<i>Gentiana squarrosa</i> (구슬봉이)	<i>Chionanthus retusa</i> (이팝나무)

Table 1. Continuance

	<i>Forsythia koreana</i> (개나리)	<u>Violaceae(제비꽃과)</u>
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> var. <i>serrata</i> (쇠물푸레나무)	<i>Viola mandshurica</i> (제비꽃)
	<i>Syringa oblata</i> var. <i>dilata</i> (수수꽃다리)	<i>Viola kersker</i> (잔털제비꽃)
	<i>Syringa formosissima</i> (꽃개회나무)	<i>Viola verecunda</i> (콩제비꽃)
	<i>Syringa venosa</i> (섬개회나무)	<i>Viola chaerophylloides</i> (남산제비꽃)
	<i>Ligustrum foliosum</i> (섬쥐똥나무)	<i>Viola rossii</i> (고깔제비꽃)
	<u>Polygonaceae(마디풀과)</u>	<i>Viola albida</i> (태백제비꽃)
	<i>Rumex acetocella</i> (애기수영)	<i>Viola seoulensis</i> (서울제비꽃)
	<i>Bistorta manshuriensis</i> (범고리)	<i>Viola albida</i> var. <i>takahashii</i> (단풍제비꽃)
	<i>Rheum undulatum</i> (대황)	<i>Viola xanthopetala</i> (노랑제비꽃)
	<u>Crassulaceae(돌나물과)</u>	<i>Viola variegata</i> var. <i>nipponica</i> (알록제비꽃)
	<i>Sedum kamtschaticum</i> (기린초)	<u>Caprifoliaceae(인동과)</u>
	<i>Sedum aizoon</i> (가는기린초)	<i>Solenolantana carlesii</i> (분꽃나무)
	<u>Euphorbiaceae(대극과)</u>	<i>Viburnum burejaeticum</i> (산분꽃나무)
	<i>Euphorbia pekinensis</i> (대극)	<i>Viburnum erosum</i> var. <i>punctatum</i> (덜꿩나무)
	<i>Ricinus communis</i> (피마자)	<i>Weigela subsessilis</i> (병꽃나무)
	<i>Securinega suffruticosa</i> (광대싸리)	<i>Weigela florida</i> var. <i>glabra</i> for. <i>leucantha</i> (흰병꽃나무)
	<u>anacardiaceae(웃나무과)</u>	<i>Weigela florida</i> var. <i>glabra</i> (붉은병꽃나무)
	<i>Rhus trichocarpa</i> (개웃나무)	<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i> (딱총나무)
	<u>Rhamnaceae(갈매나무과)</u>	<i>Lonicera tetarinowi</i> var. <i>leptantha</i> (흰괴불나무)
	<i>Zizyphus jujuba</i> (대추나무)	<i>Lonicera praeflorens</i> (울괴불나무)
Tricolporate	<u>Valerianaceae(마타리과)</u>	<i>Lonicera insularis</i> (섬괴불나무)
	<i>Valeriana fauriei</i> (쥐오줌풀)	<i>Lonicera maackii</i> var. <i>typica</i> (괴불나무)
	<i>Patrinia saniculaefolia</i> (금마타리)	<i>Viburnum dilatatum</i> (가막살나무)
	<u>Umbelliferae(산형과)</u>	<i>Viburnum furcatum</i> (분단나무)
	<i>Torilis japonica</i> (사상자)	<i>Viburnum sargentii</i> for. <i>calvescens</i> (청백당나무)
	<i>Daucus carota</i> var. <i>sativa</i> (당근)	<i>Lonicera coerulea</i> var. <i>emphylocalyx</i> (개들쭉)
	<u>Elaeagnaceae(보리수나무과)</u>	<i>Lonicera japonica</i> (인동덩굴)
	<i>Elaeagnus umbellata</i> (보리수나무)	<u>Compositae(국화과)</u>
	<u>Cornaceae(충충나무과)</u>	<i>Petasites japonicus</i> (머위)
	<i>Cornus officinalis</i> (산수유)	<i>Holoeio maximowiczii</i> (깨묵)
	<i>Cornus controversa</i> (충충나무)	<i>Leibnitzia anandria</i> (숨나물) var. <i>spatulatus</i> (숨방망이)
	<u>Ebenaceae(감나무과)</u>	<i>Taraxacum platycarpum</i> (민들레)
	<i>Diospyros kaki</i> (감나무)	<i>Taraxacum coreanum</i> (흰민들레)
	<i>Diospyros lotus</i> (고욤나무)	<i>Youngia sonchifolia</i> (고들빼기)
	<u>Styracaceae(때죽나무과)</u>	<i>Lactuca indica</i> (왕고들빼기)
	<i>Pterostyrax hispida</i> (나래쪽동백)	<i>Ixeris dentata</i> (썸바귀)
	<i>Styrax obassia</i> (쪽동백나무)	<i>Ixeris chinensis</i> (선썸바귀)
	<i>Styrax japonica</i> (때죽나무)	<i>Ixeris japonica</i> (벌은썸바귀)
	<u>Borraginaceae(지치과)</u>	<i>Heteropappus hispidus</i> (개썸부장이)
	<i>Trigonotis peduncularis</i> (꽃마리)	<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>ussuriense</i> (영경귀)
	<i>Trigonotis nadaii</i> (참꽃마리)	
	<i>Trigonotis icumae</i> (덩굴꽃마리)	
	<u>Solanaceae(가지과)</u>	
	<i>Nicotiana tabacum</i> (담배)	

Table 1. Continuance

Tricolporate	<i>Carduus crispus</i> (지느러미영경귀)	<i>Senecio koreanus</i> (국화방망이)
	<i>Rhaponticum uniflorum</i> (뽕꼭채)	<i>Erigeron annuus</i> (개망초)
	<i>Syneilesis palmata</i> (우산나물)	
Stephanocolporate	<u>Primulaceae(앵초과)</u>	<i>Citrus unshiu</i> (귤나무)
	<i>Primula sieboldii</i> (앵초)	<i>Citrus aurantium</i> var. <i>daidai</i> (광귤)
	<i>Primula jesoana</i> (큰앵초)	<i>Fagara ailanthoides</i> var.
	<i>Lysimachia barystachys</i> (까치수염)	<i>microphylla</i> (좁산초나무)
	<i>Lysimachia clethroides</i> (큰까치수염)	<i>Orixa japonca</i> (상산)
	<i>Coreopsis tinctoria</i> (기생초)	<i>Dictamnus dasycarpus</i> (백선)
	<u>Rutaceae(운향과)</u>	<i>Poncirus trifoliata</i> (탱자나무)
Tetrads	<u>Ericaceae(진달래과)</u>	<i>Rhododendron yedoense</i> var.
	<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)	<i>poukhanense</i> (산철쭉)
	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>albiflora</i> (흰진달래)	<i>Enkianthus perulatus</i> (단풍철쭉)
	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i> (털진달래)	<i>Vaccinium koreanum</i> (산앵도나무)
Periporate	<u>Caryophyllaceae(석죽과)</u>	<u>Convolvulaceae(메꽃과)</u>
	<i>Stellaria media</i> (별꽃)	<i>Calystegia hederacea</i> (애기메꽃)
	<i>Pseudostellaria heterophylla</i> (개별꽃)	<i>Calystegia soldanella</i> (갯메꽃)
	<i>Pseudostellaria palibiniana</i> (큰개별꽃)	<i>Calystegia japonica</i> (메꽃)
	<i>Pseudostellaria sylvatica</i> (가는잎개별꽃)	<u>Juglandaceae(호두과)</u>
	<i>Stellaria aquatica</i> (쇠별꽃)	<i>Juglans mandshurica</i> (가래나무)
	<i>Stellaria uliginosa</i> (벼룩나물)	<u>Malvaceae(아욱과)</u>
	<i>Cerastium caespitosum</i> (접나도나물)	<i>Citrullus vulgaris</i> (수박)
	<u>Corylaceae(자작나무과)</u>	<i>Althaea rosea</i> (접시꽃)
	<i>Alnus japonica</i> (오리나무)	<u>Plantaginaceae(질경이과)</u>
Pericoloporate	<u>Polygalaceae(원지과)</u>	<u>Rubiaceae(꼭두서니과)</u>
	<i>Polygala japonica</i> (애기풀)	<i>Rubia akane</i> (꼭두서니)

Table 2에서 화분과 토양의 N, P, K, Ca, Na 함량을 보면 지역간에 별 차이가 없었다. 이것은 화분의 주요 무기성분이 동일종에 있어서는 거의 일정하다는 사실을 나타내고 있다.

그러나 Pb에 있어서는 N, P, K, Ca, Na와는 전혀 달리 화분에 따라 그 함량의 차가 극심하여 Table 2에서 보는 바와 같이 가장 높은 함량이 가장 낮은 함량의 무려 40배가 된다.

이는 대단히 흥미로운 결과로 중금속의 오염방제에 화분을 이용할 수 있다는 것을 암시하여 주는 것이라고 생각된다.

서울 특별시의 반경 5 km 지역과 5~10 km, 10~15 km 지역의 화분과 토양의 Pb 함량을 비교해 보면 현저한 차이가 있으며 5~6 km와 10~15 km 지역간에는 다소의 차이는 있으나 통계학적 유의차는 존재하지 않았다.

서울 특별시의 반경 5 km 이내의 지역 중에서도 이대에서의 Pb 함량이 7.50 ppm으로 다른 지역에 비해 적은 것은 Campus 중심에서 채취하여 차량의 오염으로부터 어느 정도 먼 거리에

Table 2. Contents of Pb, N, P, K, Ca and Na in pollens of *Pinus densiflora* and soils

Sampling site		Pb(ppm)		N(%)		P(ppm)		
		Pollen	Soil	Pollen	Soil	Pollen	Soil	
Seoul City	Padius ~ 5 km	Deckseong Women Univ.	12.75	0.38	7.71	0.48	210.0	1.25
		Pagoda Park	87.50	1.51	7.56	0.44	211.4	0.96
		Ewha Women Univ.	7.50	0.26	7.18	0.28	156.3	0.10
		Sookmyung Women Univ.	18.00	0.85	7.31	0.11	182.5	0.20
		Echon-dong	2.75	0.14	6.92	0.25	200.0	0.54
	5 ~ 10 km	Hongneung	46.25	1.15	6.85	0.92	200.0	0.25
		Joongwha-dong	2.25	0.03	6.52	0.24	86.3	0.48
		Kon-Kuk Univ.	9.00	0.28	7.36	0.33	172.5	0.90
		Green Park	16.50	0.45	6.99	0.27	240.1	0.78
	Padius 10 ~ 15 km	Samsong-li	10.00	0.31	7.58	0.41	225.0	0.84
		Bongchon-dong	11.75	0.35	6.93	0.27	200.7	0.30
		Seoul Univ. (R)	2.25	0.03	5.99	0.25	90.3	0.20
		Seoul Univ. (D)	4.75	0.16	6.25	0.25	50.2	0.20
		Taeneung	7.25	0.20	6.69	0.40	92.5	0.28
An Yang City		5.75	0.19	7.67	0.48	147.5	0.31	

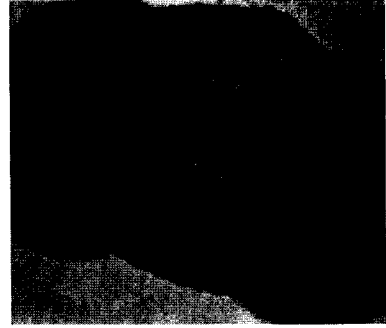
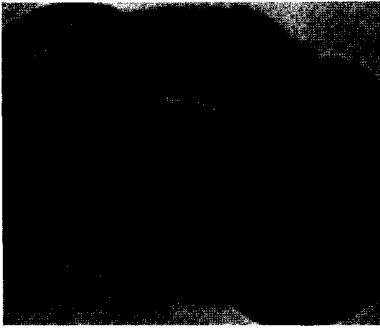
Sampling site		K		Ca		Na		
		Pollen(%)	Soil(ppm)	Pollen(%)	Soil(ppm)	Pollen(%)	Soil(ppm)	
Seoul City	Padius ~5 km	Deckseong Women Univ.	0.90	161.5	0.05	880	0.15	21.1
		Pagoda Park	0.96	200.5	0.06	1360	0.13	15.6
		Ewha Women Univ.	1.00	101.4	0.05	10.24	0.10	12.4
		Sookmyung Women Univ.	1.12	101.4	0.05	208	0.09	10.5
		Echon-dong	0.98	83.4	0.07	816	0.11	10.1
	5~ 10 km	Hongneung	0.78	200.5	0.08	576	0.09	10.1
		Joongwha-dong	0.74	122.5	0.03	880	0.10	13.3
		Kon-Kuk Univ.	0.90	163.8	0.11	608	0.09	16.5
		Green Park	0.76	75.7	0.05	336	0.07	8.7
	Padius 10 ~ 15 km	Samsong-li	0.61	93.6	0.05	368	0.09	10.1
		Bongchon-dong	0.84	127.1	0.07	512	0.13	14.2
		Seoul Univ. (R)	0.90	148.2	0.07	288	0.07	14.2
		Seoul Univ. (D)	1.09	148.2	0.08	288	0.09	14.3
		Taeneung	0.88	145.9	0.06	240	0.07	13.3
An Yang City		0.94	138.1	0.06	304	0.17	68.0	

떨어져 있는 것에 기인하는 것 같고, 반면 5~10 km 사이의 홍릉이 46.25 ppm으로 꽤 높은 Pb 함량을 나타내는 것은 홍릉채집지가 오래 전부터 길이 나 있는 곳에 아주 인접해 있기 때문인 것으로 추측된다. 또 반경 10~15 km 사이의 그린파크도 16.5 ppm으로 높은 Pb 함량을 나타냈는데 이는 유원지로 차량의 출입이 잦은 곳이기 때문이라고 생각된다. 이러한 결과는 화분만으로도 충분히 Pb의 오염도를 추정할 수 있다는 것을 말해 주고 있다.

1) Vesiculate

두 개의 공기주머니가 달려있다.

〈소나무과〉

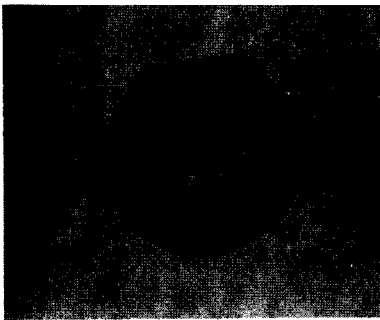


리기다

2) Inaperate

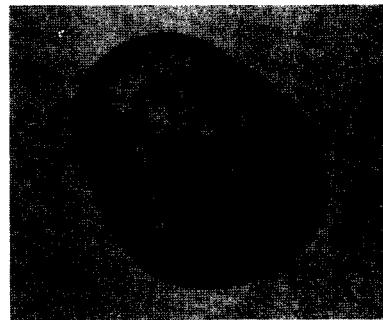
구멍이나 홈이 없다.

〈측백나무과〉



향나무

〈사초과〉



산독사초

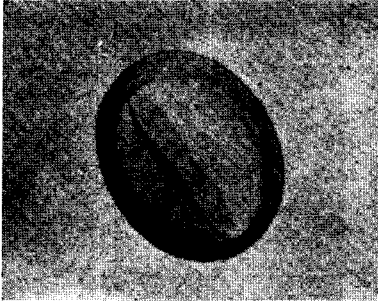
3) Monoporate

구멍이 하나 있다.

4) Monocolpate

홈이 하나 있다.

<백합과>



왕지장보살

<목련과>

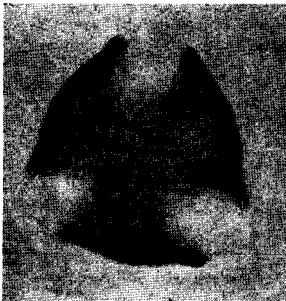


목련

5) Tricolpate

홈이 3개 있다.

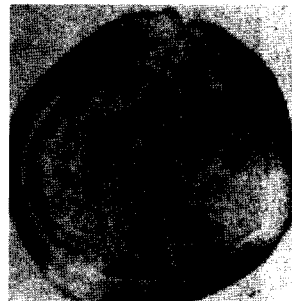
<너도밤나무과>



상수리 나무



<버드나무과>

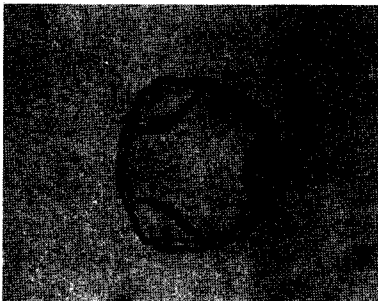


플라타너스

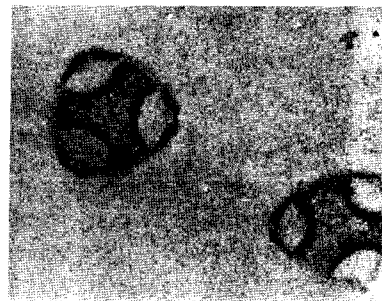
6) Triporate

구멍이 3개 있다.

<자작나무과>



자작나무

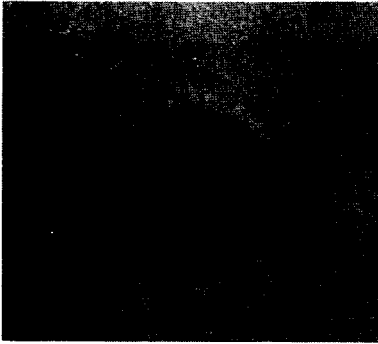


개암나무

7) Tricolporate

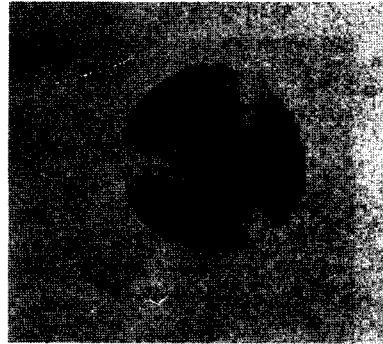
구멍과 홈이 3개씩 있다.

〈용담과〉



좁구슬봉이

〈물푸레나무과〉



들정향나무

8) Stephanocolporate

구멍과 홈이 몇 개씩 있다.

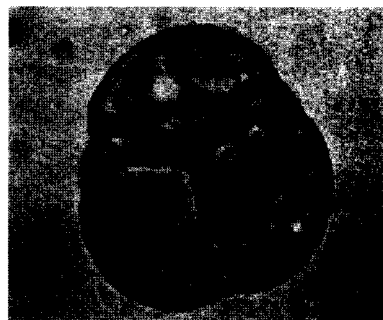
9) Tetrads

4분자 상태로 되어 있다.

〈진달래꽃과〉



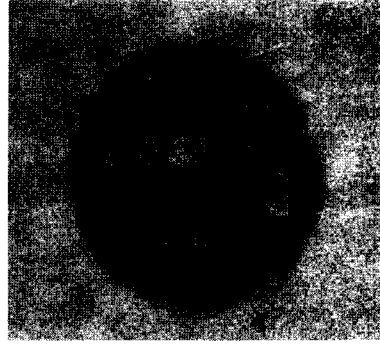
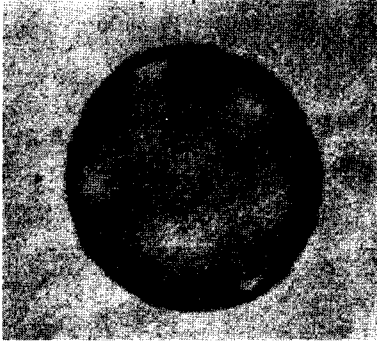
산철쭉



10) Periporate

구멍이 여러 개 있다.

〈석죽과〉



개별꽃

11) Pericolporate

구멍과 홈이 여러 개씩 있다.

3. 화분과 토양의 무기성분 및 Pb 함량과 그 상관관계

화분과 토양의 N, P, K, Ca, Na 함량의 상관관계를 분석한 결과 N의 경우는 약간의 상관이 있는 것 같으나 그 이외의 P, K, Ca, Na는 상관관계가 없었다. 그러나 Pb의 경우는 토양의 함량이 높을수록 화분의 Pb 함량도 높다(Fig. 7). 이 상관관계를 통계학적으로 분석한 결과 상관계수는 0.77로 정적상관이 있었으며 5% 수준이상에서 통계학적 유의성이 존재하였다. 이는 토양

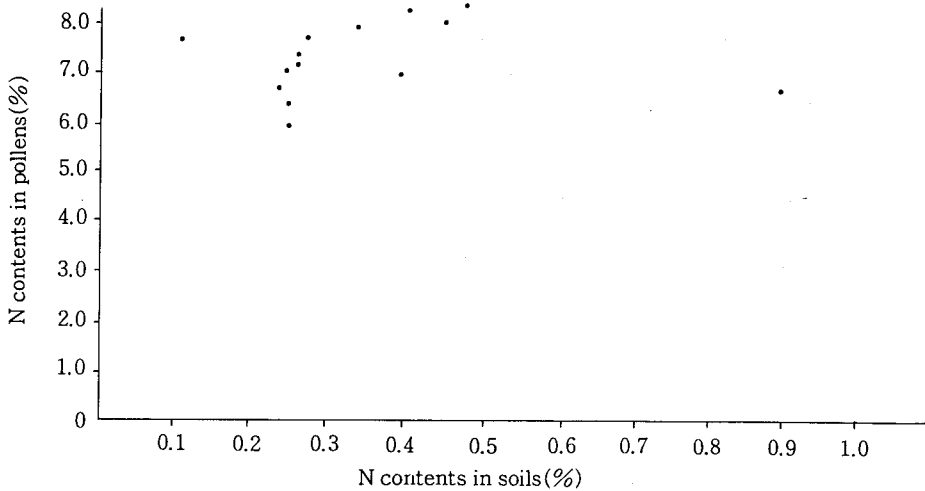


Fig. 2. Correlation between N contents of pollen and soils.

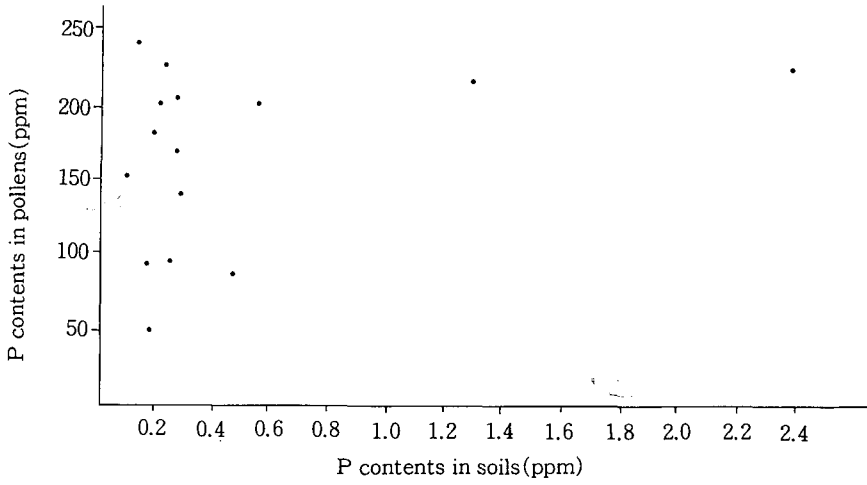


Fig. 3. Correlation between P contents of pollen and soils.

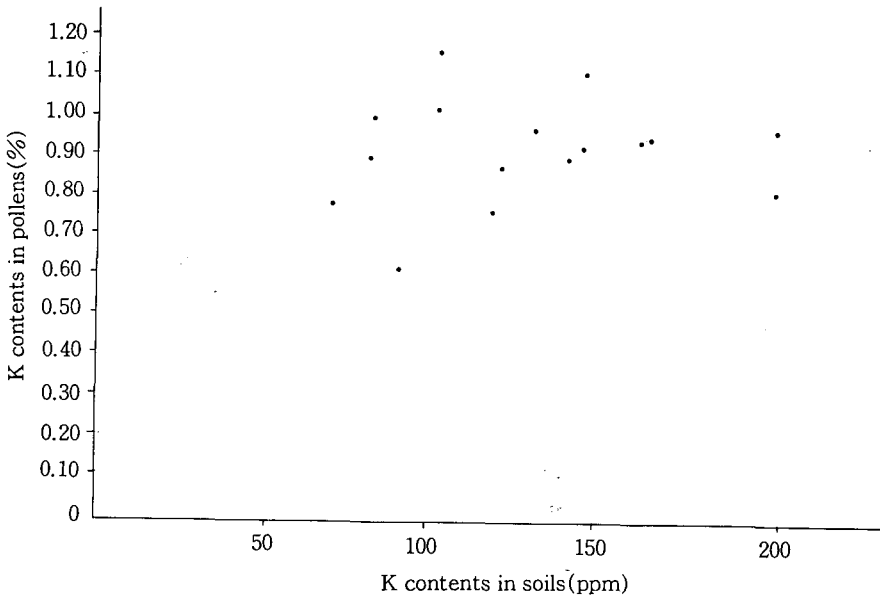


Fig. 4. Correlation between K contents of pollen and soils.

속의 Pb가 화분을 통해 배출됨을 암시해 준다.

4. 소나무의 기관별 Pb 함량 비교

소나무의 기관별(화분, 잎, 줄기, 뿌리) Pb 함량을 조사해 본 결과 Table 3에서 보는 바와 같이 화분에 중금속이 가장 많이 포함되어 있어 식물은 화분을 통하여 해로운 독성물질을 자기몸으로부터 배출하여 제거하는 역할을 하고 있다는 것을 알 수 있다.

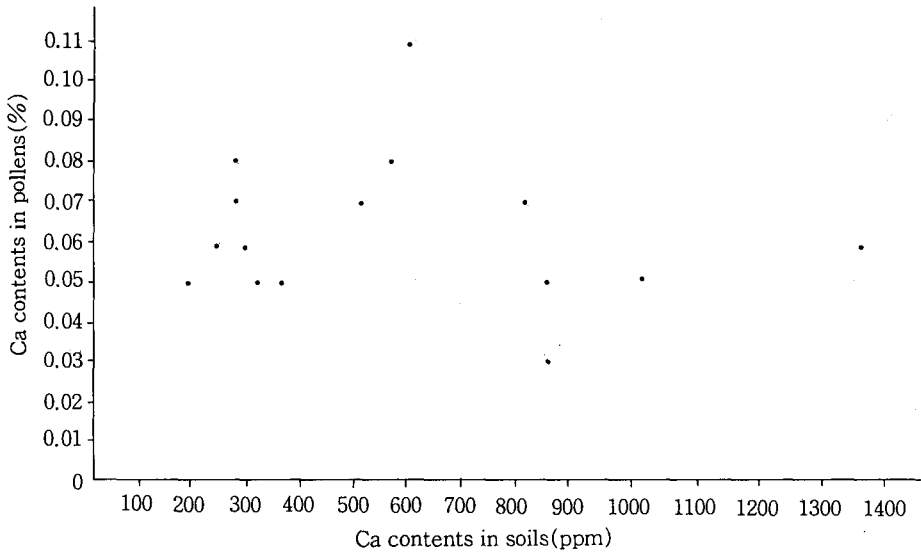


Fig. 5. Correlation between Ca contents of pollen and soils.

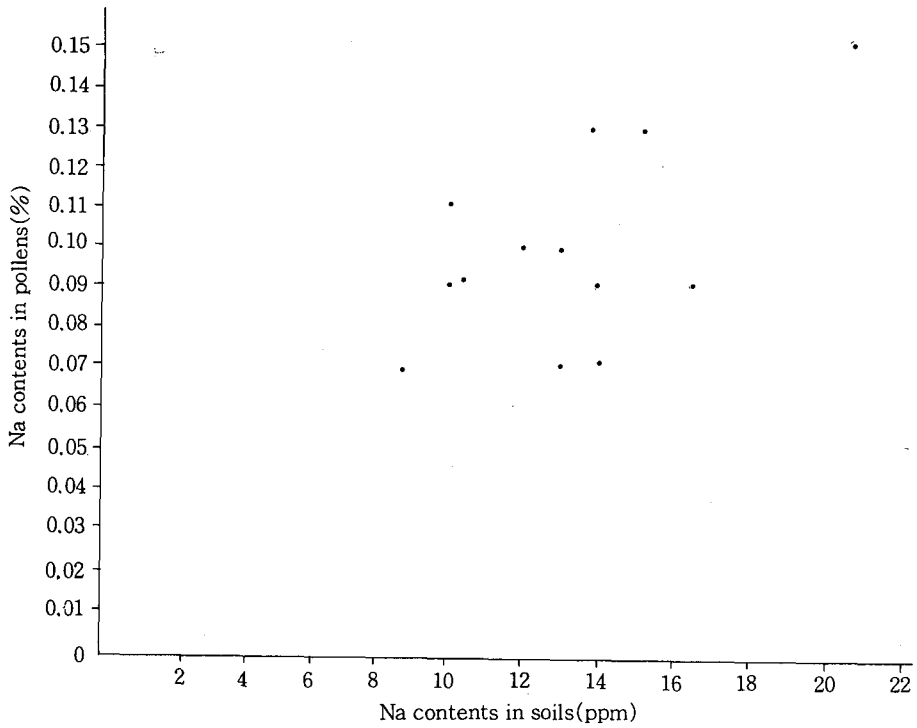


Fig. 6. Correlation between Na contents of pollen and soils.

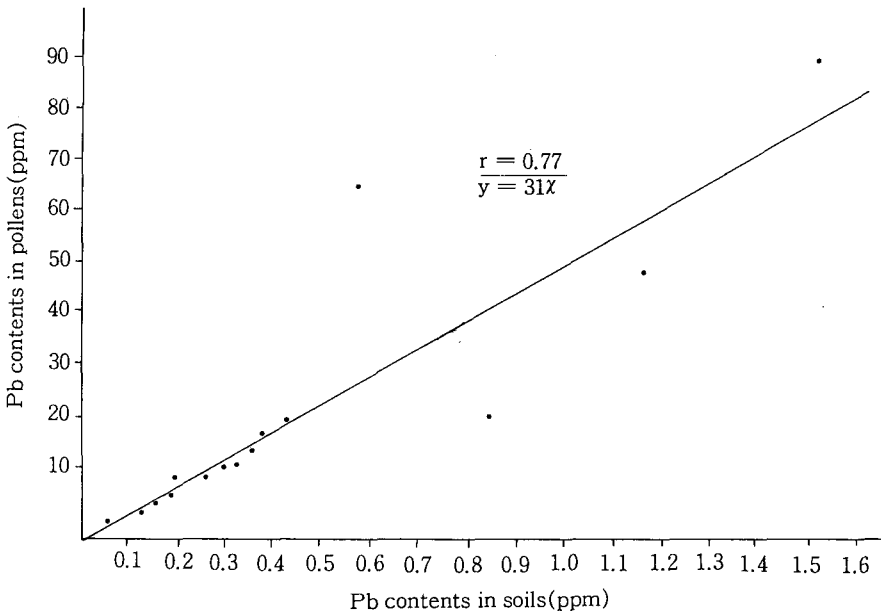


Fig. 7. Correlation between Pb contents of pollen and soils.

Table 3. Pb contents in pollens leaves, stems and roots of *Pinus densiflora*

Organs	Pb (ppm)
Pollen	18.0±0.05
Leaf	7.0±0.05
Stem	3.5±0.05
Root	6.3±0.05

5. 화분에 함유된 중금속의 소화흡수

성숙한 흰쥐에 소나무화분(송화가루)을 먹여 먹이기 전과 먹인 후에 똥(분뇨)으로 배출되는 화분을 원심분리법으로 분리하여 Pb의 체내 흡수를 확인한 결과, 먹이기 전의 화분의 Pb 함량은 4.75 ppm이었으나 먹인 후에 배출되는 화분의 Pb 함량은 4.57 ppm

이었다. 이를 통계학적 처리를 해 본 결과 유의차가 없었다. 따라서 4.75 ppm과 4.57 ppm의 차이는 실험오차에 의한 것으로 간주된다. 이는 흰쥐의 소화기관 내에서 화분과 Pb가 결합된 물질은 소화되지 않으며 그에 포함되어 있는 Pb도 그대로 배출되므로 흰쥐는 화분 속의 Pb의 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있다.

이 결과로 토양이 자동차의 매연이나 공장폐수 같은 것에 의하여 오염되었더라도 식물의 화분이 바람이나 비로 넓고 고르게 확산되어 오염을 방지할 수 있으며, 화분이 인체에 아무런 영향을 미치지 않고 자연현상을 그대로 이용할 수 있다는 점에서 Pb오염 제거법으로 가장 효과적이라고 생각된다.

6. 수종별 화분의 Pb 함량 비교

화분에 의하여 중금속의 오염을 방지하려면 우선 많은 종류의 식물을 심어 화분의 절대 생산량을 높여야 하며 될 수 있으면 화분의 생산량이 많고 Pb를 많이 운반할 수 있는 식물을 식재하여야 한다는 것을 알 수 있다.

Table 4. Pb contents in pollens of six trees

Species	Pb (ppm)
<i>Pinus densiflora</i>	4.8±0.05
<i>Quercus serrata</i>	57.5±0.05
<i>Alnus japonica</i>	30.0±0.05
<i>Platanus orientalis</i>	50.0±0.05
<i>Ginkgo biloba</i>	105.0±0.05
<i>Pinus koraiensis</i>	30.0±0.05

본 실험에서는 동일지역(서울대)내 화분의 생산량이 많은 소나무, 졸참나무, 오리나무, 플라타나스, 은행나무, 잣나무 화분의 Pb 함량을 조사 비교하였다.

Table 4에 의하면 은행나무 졸참나무, 플라타나스, 오리나무, 잣나무, 소나무의 순서로 화분의 Pb 함량이 낮아진다. 그러므로 많은 식물을 심되 화분의 생산량이 많

고 Pb의 운반력이 강한 것을 택하는 것이 Pb를 방제하는 가장 좋은 생물학적 방법이라고 생각된다.

7. 가로수의 적중

차량이 통행하는 도로에는 반드시 가로수를 심어야 한다. 이것은 비단 미관상이나 토양침식과 도로보호의 목적만이 아니라 중금속 오염의 방제에도 아주 중요한 요건임을 알 수 있다.

본 조사에 의하면 가로수로는 은행나무가 가장 좋다는 결론을 얻었다. 이 수종은 자용이주이므로 특히 슛그루가 더욱 우수하다. 서울 특별시에서 은행나무를 가로수로 권장한 것은 중금속의 오염방지를 위해서도 아주 좋은 것임을 알 수 있다. 그 이외에 플라타나스도 은행나무만큼 효과적이진 못해도 어느 정도 장려할 만한 가로수임을 알 수 있다.

적 요

본 연구는 유해 중금속인 Pb의 오염도를 측정하고 그 방제 방법을 구명하기 위하여 화분의 형태, 화분과 토양의 N, P, K, Ca, Na 및 Pb 함량을 분석하였다.

1. 500여 종의 식물의 화분을 관찰하여 화분형을 조사한 결과, 11개의 기본형으로 분류되었다. 이러한 화분형의 특징은 우리 나라 고대 식물군락의 역사적 변천과 고생물학, 의학, 약학, 지질학 등 학문은 물론 유전개발에도 공헌할 수 있는 기초자료가 될 수 있다고 생각된다.
2. Pb의 오염도는 서울 특별시청을 중심으로 반경 5 km 이내에서 가장 높았으며 점차 멀어질수록 감소하는 경향이 나타났다.
3. 화분과 토양의 N, P, K, Ca, Na 및 Pb 함량간의 상관관계를 분석한 결과 Pb만이 상관계수가 0.77로 정적상관을 나타내며 5% 수준에서 유의성이 있었다. 또한 동일 소나무의 화분, 잎, 줄기, 뿌리 중에서 화분이 가장 높은 Pb 함량을 나타내었다. 이는 토양 중의 Pb가 식물에 흡수되어 화분으로 가장 많이 배출됨을 알 수 있다. 따라서 화분을 통해 Pb 오염도를 측정할 수 있다.
4. 화분에 함유된 Pb의 소화 흡수 실험 결과 화분이 소화기관에 들어왔을 때에도 Pb는 화분의 비소화 물질과 함께 그대로 배출되었다.

따라서 토양이 자동차의 매연이나 공장폐수 같은 것에 의하여 오염되었더라도 식물의 화분에 의하여 바람이나 비로 넓고 고르게 확산되어 오염을 방지할 수 있으며 화분이 인체에 아무런 영향을 미치지 않고 자연현상을 그대로 이용할 수 있다는 점에서 Pb 오염제거법으로 가장 효과적이라고 생각된다.

5. 동일지역(서울대)내 수종별 화분의 Pb 함량을 비교해 보면 은행나무, 졸참나무, 플라타나

스, 오리나무, 잣나무, 소나무의 순서로 낮아진다.

유해중금속 Pb의 오염은 화분의 생산량이 많고 Pb의 운반력이 강한 식물을 식재함으로써 제거할 수 있다.

본 실험의 결과로는 차량이 통행하는 도로의 가로수로서 은행나무(숫그루)가 가장 좋다고 생각된다.

그러므로 서울 특별시에서 은행나무를 가로수로 권장한 것은 중금속의 오염방지를 위해서도 아주 좋은 것임을 알 수 있다.

인용문헌

1. 김준민, 오인혜. 1981. 김제지역의 제 4기의 식피기록에 대하여, 박봉규 박사 회갑기념논문집, pp. 18-26.
2. 박인근. 1990. 천리포 수목원의 이탄의 화분분석, 한국생태학회지 13:311-320.
3. 박인근. 1993. 경기도 팽성지역의 토탄의 화분분석, 한국생태학회지 16(3):365-374.
4. 오지영. 1971. 평택지역 토탄의 화분분석, 한구식물학회지 14(3):66-73.
5. 장남기, 임영득. 1979. 한국화분도감, 서울대학교 출판부.
6. 장남기. 1986. 한국동식물도감, 제 29권 식물편(화분류), 문교부
7. 장남기, 김영복, 오인혜, 손영희. 1987. 대암산 습원의 이탄의 화분분석에 의한 식생변천에 관한 연구. 한국생태학회지 10(4):195-204.
8. 장남기, 김기완, 김재근. 1988. 연일지역 신생대 제3기 마이오세층의 화석 화분분석에 관한 연구. 한국생태학회지 11:137-144.
9. 최기룡. 1992. 익산군 미륵사지의 퇴적층에 대한 화분분석학적 연구. 한국생태학회지 15:59-65.
10. 홍순철. 1977. 군자면 일대의 토탄의 화분분석. 서울대학교 석사학위 논문.