한국환경생태학회지 16(1) : 87~93, 2002
Kor. J. Env. Eco. 16(1) : 87~93, 2002

도시환경에서 가중나무 종자의 확산 및 발아 분포[1]

조치웅[2] · 이경재[3]

Seed Dispersion and Seedling Spatial Distribution of the Tree of Heaven in Urban Environments[1]

Chi-Woung Cho[2], Kyong-Jae Lee[3]

요 약

귀화식물인 가중나무는 도시지역에서 많이 발견된다. 그 주된 이유는 유 · 무성 생식이 잘 되기 때문이다. 종자의 확산과 맹아 출현에 의해 도시 서식지 내에서 쉽게 군락을 형성한다. 그러므로 가중나무의 종자의 확산과 발아분포 특성을 조사하는 것은 도시녹지 관리에 중요하다. 가중나무의 종자 확산 및 실생묘의 분포는 다음과 같이 조사되었다. 남산과 같이 환경조건이 최상일 때는 350 개체, 퇴계원사거리 경우 50개체 정도가 발아해서 자란다. 이러한 종자는 풍향의 영향과 지형적 특성에 따라 확산 분포되는 경향이 있다. 조사대상지는 종자가 떨어지는 늦가을에서 봄까지 주로 북서풍이 불고 있으므로 남쪽으로 많이 비산 되었으며, 경사지인 퇴계원사거리에서는 경사지의 아래쪽에 주로 분포하였다. 종자 발아에 의한 실생묘의 분포는 모수(母樹)의 수관폭과 비교하였을 때, 수관폭 내에 떨어지는 경우보다 수관폭 외곽에 떨어지는 경향이 있으며, 조사지역에서는 수관폭의 최대 7.5배까지 실생묘가 분포하였다. 주로 수관 폭의 2~4배 지점(20m 이내에 75% 분포)에서 군생을 나타냈다. 가중나무 종자 발아에 의한 실생묘 분포 확산으로 볼 때, 가중나무는 도시의 열악한 환경에서라도 급격한 개체수 증가가 있을 수 있으며, 이는 도시 토양의 보호라는 측면과 가중나무가 타수종과 경쟁에서 성공함으로 종 다양성 감소라는 측면을 같이 고려하여 관리방안을 모색해야 할 것으로 판단된다.

주요어 : 귀화식물, 도시생육지, 실생묘, 맹아, 유성생식

ABSTRACT

The tree of heaven naturalized plant grows in the various habitats of the city. The principal reason is that it is reproduced not only through sexual reproduction but through asexual reproduction. By the spreading of sucker and a bud appearance of the seed it forms a group easily inside the city habitat. The distribution of seed and spreading of the seedlings of the tree of heaven were investigated like the followings. As the result of the sexual reproduction by the seed and hangs in cluster form, 350 individuals are germinated at the Namsan the best environment, and 50 individuals at Toegyewon Rotary. These seeds are dispersed by the effect of wind and geographical factor. Because the northwest wind is blowing mainly from late

1 접수 2월 1일 Received on Feb. 1, 2002
2 삼육대학교 원예학과 Dept. of Horticulture, Sahmyook University, Seoul, 139-742, Korea
3 서울시립대학교 도시과학대학 College of Urban Science, University of Seoul, Seoul, 130-743, Korea

autumn to early spring, it is dispersed in the south. In Toegyewon Rotary, a slant site, is dispersed mainly by down the site. Compared with width of crown, the seedling of a seed germination are distributed outside more than inside the crown and the seed is spreaded until the maximum 7.5 times of crown width at the investigated area. 1 year seedlings appeared as a group at the place of 2~4 times of the crown (in 20m from the crown, 75% distribution). Considering the distribution by the seed scattering of the tree of heaven, there is a possibility of sudden individual increase even in the deteriorated city environment. So this possibility shows that we need to consider the protection of the city soil, and the species variety decrease resulted from the successful competition to the other species.

KEY WORDS : NATURALIZED PLANT, URBAN HABITATS, SEEDLINGS, SUCKERING, SEXUAL PROPAGATION

서 론

도시 내에 존재하는 수목들은 자연 속의 수목이 겪는 일반적인 물리 · 화학적 환경과는 다른 변화된 환경에서 생존하고 있다. 도시내의 수목은 열악한 토양 환경과 제한된 근계 공간, 한정된 수분 공급, 기계적인 손상과 수목의 생존을 제한할 수 있는 건물에 둘러 쌓여 있어 구조물 표면으로부터 반사되는 높은 수준의 열에 방치되어 있다(Betty and Heckman, 1980; Himelick, 1976). 이러한 환경의 스트레스에도 불구하고 도시내의 환경에서 자연스럽게 번성해 나가는 대표적인 수종이 가중나무이다. 가중나무는 중국북부에서 도입되어 전국의 도로변이나 황폐된 임야의 경계지와 주택주변에 많이 분포하고있는 낙엽활엽교목으로 귀화수목의 대표적인 종으로 알려져 있으며, 우리 나라에서는 반야생 상태로 자라며 도시환경에 내성이 매우 강한 것으로 알려지고 있다.

미국의 북동부지역의 뉴욕과 필라델피아에서도 가장 활발한 선구수종의 하나라는 연구보고가 있으며(Little, 1974) 도로를 따라 쉽게 침입하고 성장할 뿐 아니라 보도나 포장면의 틈이나 공지 그리고 충분한 먼지와 흙이 쌓여 있는 곳이라면 어디든지 쉽게 서식할 수 있어, 가중나무는 도시내의 환경에 쉽게 적응한다.

온대지방의 경우 산림을 형성하는 초기 단계 선구수종들은 일반적으로 서식지 개척에 유리한, 바람에 의해 보급되는 시과를 갖고 있다. Beyer(1975)는 식물공동체 안에서 빠르게 우점종이 되는 수목들은 바람에 의해 살포되는 종자를 가지고 있다고 하였다.

가중나무는 시과형태의 종자를 갖고 있으며 종자의 형태는 끝이 다소간 뒤틀려져 있고 늘어진 날개의 모습을 보이고, 이 날개는 종피(種皮)가 확대된 것이다. 종자에 달려있는 날개는 종자가 멀리 날아가는데 도움을 준다. 시과의 방출시기는 개체마다 다르다. 일부의 개체들은 종자를 좀더 빨리 그해 11월이나 12월경에 방출하기도 하며, 어떤 경우는 시과의 60% 이상을 익년 5월 초에도 지니고 있다. 종자가 달려 있는 다발은 성숙하자마자 가지와 분리되어 곧바로 땅 위에 떨어지기도 하며 늦봄까지 낙하가 지속되기도 한다. 성숙되기 전까지 종자 다발은 맥관의 끈에 의해 꿀샘이 있는 원반에 강하게 붙어 있다.

새로운 서식지를 개척하는 가중나무의 능력은 원거리 이주를 보장할 능력이 있으면서 많은 양의 종자를 생산하는 풍매식물이기 때문에 쉽게 뿌리내림이 가능한 맹아는 단거리 이주를 가능케 한다. 가중나무의 시과는 대기 안에서 다양한 형태로 이동할 수 있으며, 거친 바람이 불 때에는 다소간 먼 거리에 전파된다.

이 이동은 다른 풍매 식물 중 날개가 있는 종자의 이동과 비슷한 양태를 보인다는 것으로(Burrows, 1975), 날개가 있는 종자들은 Jamison and Korstian(1944) 그리고 Boyer(1958)가 강조했던 것처럼 가벼운 시과가 바람에 날려 쉽게 이동하는 것이다. 또한 가중나무의 종자는 바람에 의해 땅 위에서 구를 수 있어 경사지에서는 아래 부분으로 상당히 멀리까지 전파될 수 있다.

Gladstone(1979)의 연구에 의하면 Ateleia 속(屬)의 식물은 지형이 대단히 중요한 전파의 요소가

Table 1. Survey area

Division	Survey area	Remarks
Forest	Namsan	*Pinus densiflora forest*
Area of Landscape Planting	National Theatre	Planting area of *Pinus densiflora*
Area of Landscape Managementing	Campus in Sahmyuook Univ.	Garden
Street	Toegyewon	Sloping Area

되기도 하지만, 꼬투리가 있는 교목의 경우에는 바람에 의해 전파되는 양이 더 많다고 하였다.

가중나무는 열매가 많은 수종에 속하고 12~20년생의 나무 한 그루의 경우에 100만개 정도의 열매를 맺는다. 가중나무는 최근 분포지가 급격하게 확산하는 수종으로 도시지역으로부터 개발지의 표면 혹은 파헤쳐진 지역까지 분포하지만, 그늘에서의 내성이 없기 때문에 자연발아가 잘 되지 않으나, 그늘에서의 번식은 맹아에 의해 이루어지기 때문에 확산이 잘된다.

본 연구에서는 가중나무가 도시내 나대지 혹은 버려진 공간에 수목으로서는 가장 먼저 정착하는 선구수종으로서 생태계에 영향을 미친다는 관점에서 가중나무 암그루의 종자가 어떻게 확산되는지 즉 바람과 지형에 의해 수관으로부터 얼마나 멀리 떨어져서 치수가 분포되었는지에 대해서 조사 연구하였다.

재료 및 방법

가중나무는 풍부한 종자와 효과적인 영양번식으로 종자를 확산한다. 본 연구에서는 가중나무 암그루에 의한 종자 발아의 현상을 분석하기 위해서 가중나무의 암그루와 암그루 수관 주변에 치수들이 인위적인 관리에 의해 훼손되지 않은 4곳을 조사하였다.

조사지역은 서울시와 경기도 남양주시에 위치한 곳으로서, 산림지역으로 남산자연공원의 남사면, 조경식재지역으로 국립극장입구, 조경관리지역으로 삼육대학교내, 도로주변으로 퇴계원사거리로 선정하였으며 조사기간은 2001. 9. 1~10. 30일이었다.

가중나무 암그루의 수관폭, 흉고직경과 수고를 조사하였고 수관 주변에 분포하고 있는 치수의 크기 및 위치를 파악하여 도면화 하였다.

암그루를 중심으로 치수의 전반적인 분포상태를 육안으로 확인한 후 분포지역을 장축 50m, 단축 20m씩 줄자로 구획하여 1m 간격으로 치수의 흉고직경, 수고를 조사하고 도면화하였다.

결과 및 고찰

1. 가중나무 치수의 분포 유형

남산 남사면 지역은 조사구 4곳 중에서 가장 많은 치수가 분포하였다. 수고 10m 이상인 성목 7그루이었으며 그 중 암그루는 1그루이며 수고 1m이상 흉고직경 1㎝이상인 크기가 30그루, 수고 1m도 안 되는 작은 치수가 279그루 분포하였다(Figure 1). 이 지역은 사람들의 출입이 빈번하지 않은 지역으로 소나무 군집의 상층부가 열려 있는 곳으로 햇빛이 토양층까지 투사되는 곳이다.

조사지역에서 확인된 가중나무의 개체수는 대부분 종자의 발아에 의한 것이며 포도송이처럼 군생하여 치수가 위치하는 것으로 보아서는 종자의 다발이 낙하 후 굴러가서 한 군데에서 여러 개의 종자가 발아한 것으로 판단된다.

국립극장지역의 조사구는 사람들의 출입이 거의 없는 곳으로 수고 10m 이상 되는 성목 2그루, 수고 1m 이상 흉고직경이 1㎝ 이상 되는 치수 34 그루, 수고 1m도 안 되는 작은 치수 35그루가 분포하였다(Figure 2).

이 곳은 소나무 식재지로 조경관리가 이루어지고 있는 곳으로, 소나무 수관층의 울폐도가 햇빛을 막을 정도가 되지 않으며 원식생이 조경을 위해 파괴된 지역이기 때문에 가중나무가 침입한 것으로 판단된다.

국립극장 조사지에서는 다른 곳에 비해 중간크기의 치수가 많이 나타났다. 이는 조경관리 측면에서 지피식물의 하예작업에 의해 가중나무 치수가 물리적 피해를 입어 맹아에 의해 한 곳에서 2, 3그루씩 나타난 것으로 보여진다.

근계의 발달에 의한 맹아라는 영양번식은 모수의

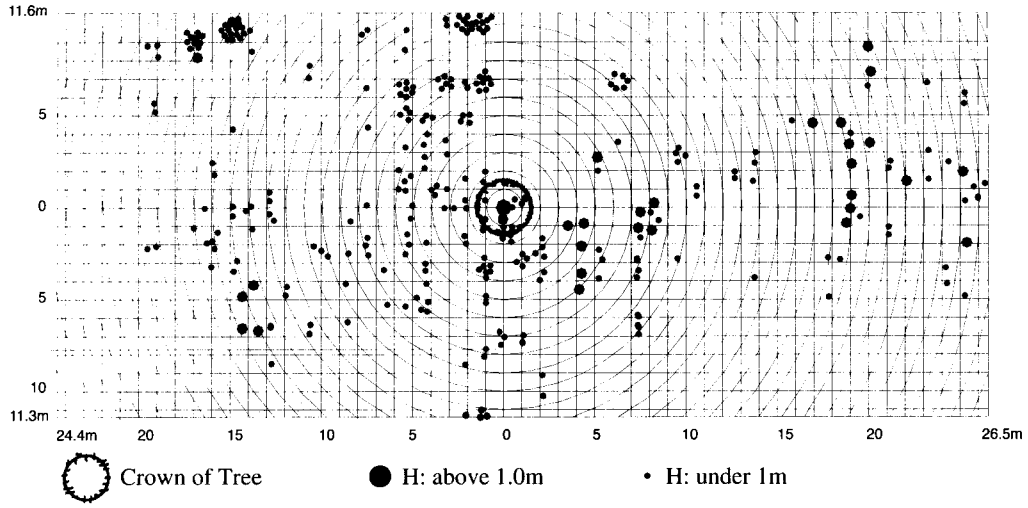


Figure 1. Dispersion pattern of *Ailanthus altissima* seedlings at the Namsan, Seoul

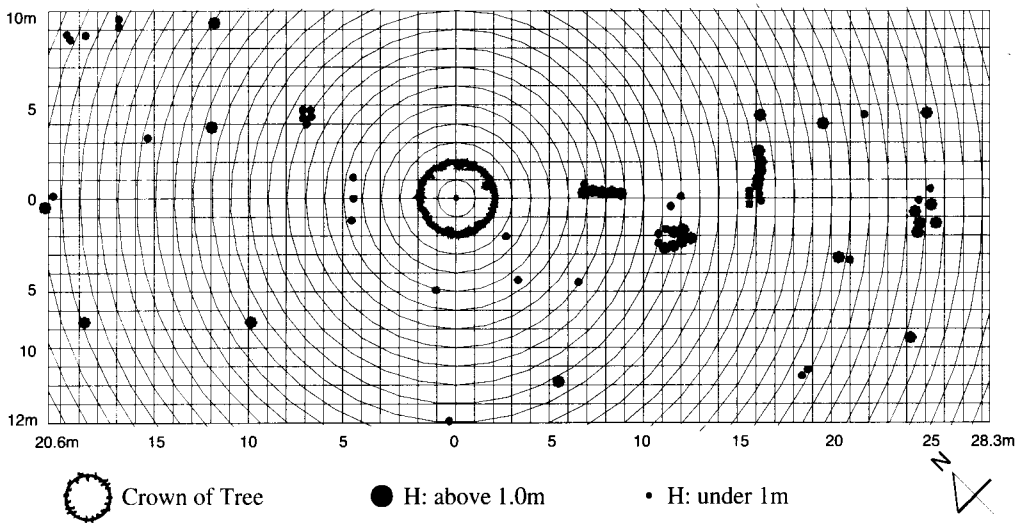


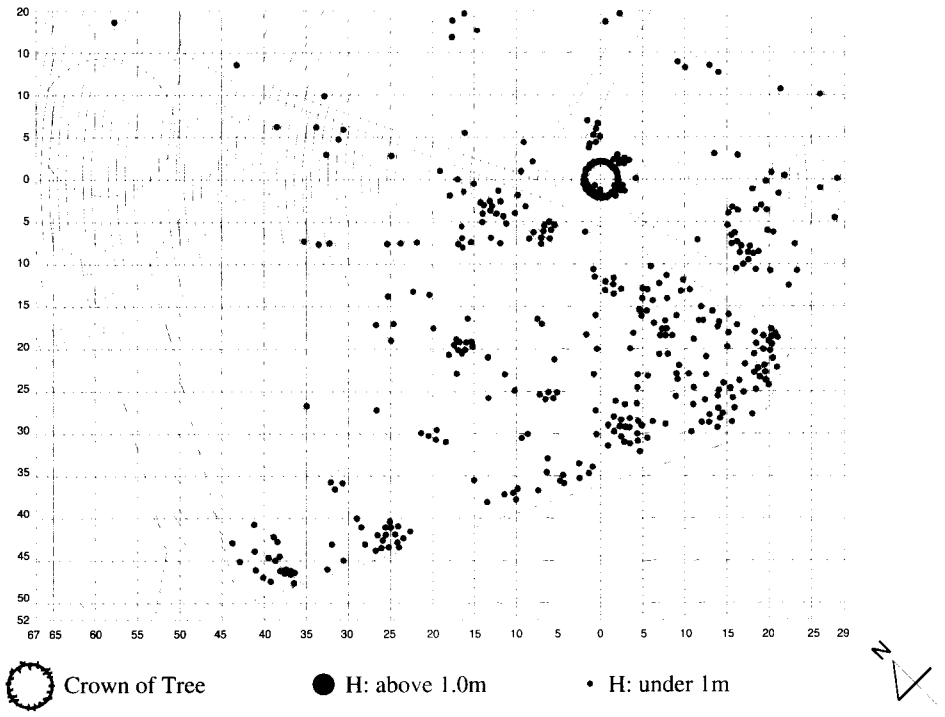
Figure 2. Dispersion pattern of *Ailanthus altissima* seedings at the National Theatre, Seoul

물리적인 상처가 있을 때에는 언제든지 발생한다. 이러한 영양번식은 모수가 환경의 악화로 인해 성장 조건이 나빠졌을 때에도 지속할 수 있게 한다. 도시 환경에서 가중나무의 맹아는 모수에서 계속 공급하는 영양물질로 인해 최대한 크기로 성장할 수 있어 효과적인 군집형성이 가능하도록 한다(Elizabeth, 1986).

삼육대학교 지역의 경우 가중나무 암그루가 한 그루만이 식재되어 있었다. 총 117그루의 치수 모두

Table 2. Dispersion of *Ailanthus altissima* Seedlings

Survey area	Height(m)		
	under 1	1~1.5	above 1.5
Namsan	279	30	7
National Theatre	35	34	2
Campus in Sahmyook Univ.	117	-	1
Toegyewon	61	17	1



Figuire3. Dispersion pattern of *Ailanthus altissima* seedlings at Campus in Sahmyook Univ., Seoul

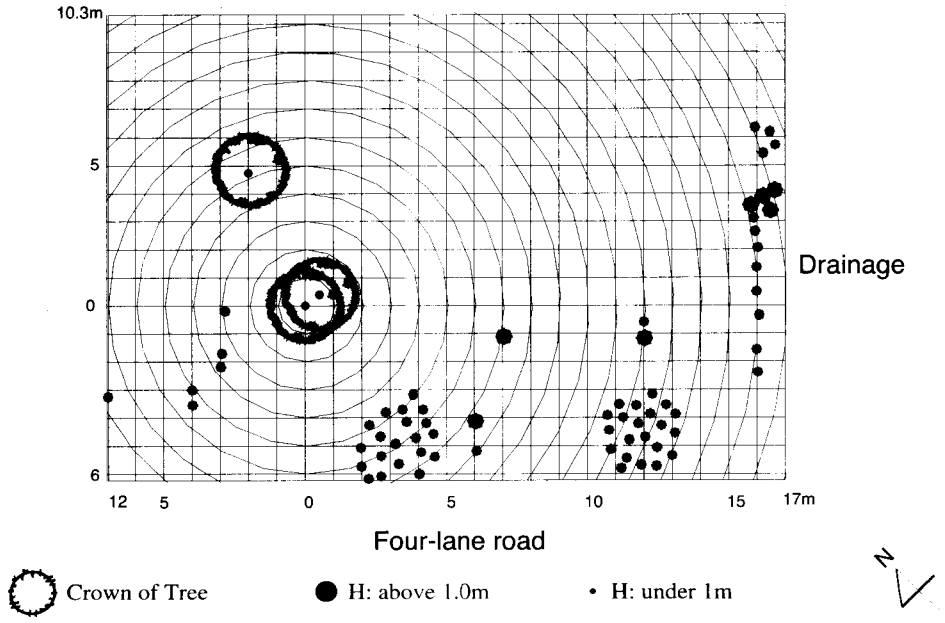


Figure 4. Dispersion pattern of *Ailanthus altissima* seedlings at the Toegyewon, Gyeonggi-do

수고 1m가 넘지 않는 것들이었으며(Figure 3), 현장조사 결과 암그루 중심으로 전체치수의 80% 이상이 남쪽으로 분포하였다. 이는 북쪽으로 관목 숲이 자리잡고 있어 종자가 발아하기 힘든 조건을 갖고 있으며 북서 계절풍의 영향으로 바람에 실려 남쪽으로 떨어진 것으로 보인다.

퇴계원지역은 급경사로 인하여 넓은 지역을 관찰할 수가 없어 세로가 17m 되도록 구획하여 현장조사하였다. 분포는 수고가 10m 이상인 성목이 1그루, 수고 1m 이상 되는 중간크기가 17그루, 수고 1m도 안 되는 치수가 61그루 분포하였다(Figure 4).

주변부 식생은 소나무와 아까시나무였으며, 도로옆 인도에는 회양목과 눈향나무가 식재되어 있었다. 조사지역 바로 앞부분에 4차선 도로가 있어 차가 많이 지나다니고 그 4차선 도로의 위치나 근처 배수로의 위치를 따라 치수가 나란히 분포되었다. 또한 암그루를 중심으로 경사 아랫부분의 남쪽에 많이 분포하고 있으며 주로 수고 1m 이하의 어린 치수들은 회양목과 눈향나무의 수관 가장자리에서 발아하여 성장하고 있었다. 이는 암그루가 경사지의 높은 곳에 위치하고 있기 때문에 종자가 굴러내려 왔으며, 배수로를 따라 치수들이 분포하고 있는 이유는 햇빛이 투사되고 있어 가중나무의 발아에 좋은 조건을 유지하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

2. 가중나무 암그루의 수관 폭과 종자 확산 · 분포와의 관계

종자와 수관 폭의 관계를 가중나무 분포를 표시한 4장의 도면(Figure 1~4)으로 살펴보면 종자가 수관 폭 안, 수직으로 떨어져 발아한 실생묘의 개체수보다 수관 폭 밖으로 멀리까지 확산되는 실생묘의 개체수가 훨씬 많았다. 전반적으로 모수로부터 20m 이내에서 발아하는 경우가 422 개체로 전체의 75%에 해당되며 수관폭 이내라 생각할 수 있는 10m 범위내에 분포하는 것은 215 개체로 전체의 38%이다(Table 3).

남산 남사면은 암그루가 수고 12m, DBH 20㎝, 수관 폭 8m 정도 되었는데 반경 5m인 수관 폭 안으로 떨어진 종자의 수는 51개로 모두 높이 1m가 넘지 않는 작은 치수들이었다. 가장 멀리 까지 확산된 치수가 26.5m로 수관 폭의 3.5배까지 확산되었다. 이는 숲속이라 바람의 영향을 많이 받지 않았음을 보여준다.

국립극장 입구는 암그루에서 수직으로 떨어진 종자는 1m 미만의 작은 치수 한 그루만이 발견되었다. 가장 가까운 곳에 떨어진 종자는 수관 폭으로부터 1m 위치에서 발견되었고 가장 멀리까지는 26m 지점으로 수관 폭의 3.5배까지 확산되었다. 수관 폭의 2~3배 되는 지점에서 중간크기(높이 1m 이상)의 치수가 가장 많이 나타났다.

퇴계원사거리 지역도 종자가 수직으로 떨어진 경우는 거의 없었으며 가장 가깝게 떨어진 종자가 수관 폭으로부터 1m 떨어진 곳에 가장 멀리까지 확산된 것은 17m 지점으로 수관 폭으로부터 4배 떨어진 곳이었다.

삼육대학교내의 암그루는 수고 16m, 흉고직경 41㎝, 수관 폭은 8m이다. 이 조사구에서 수관 폭 안으로 떨어진 종자는 없었으며 수관 폭으로부터 가장 가까운 곳은 남쪽방향으로 2m 떨어진 곳이며 가장 멀리까지 확산된 것은 남쪽으로 무려 65m 지점으로 수관 폭의 7.5배나 되는 지점이었다(Table 2, 3).

가중나무는 많은 종자에 의한 유성번식과 뿌리에서 발생한 맹아에 의한 무성번식으로 확산된다. 종

Table 3. Distance of seedlings dispersed from female *Ailanthus altissima* tree

Survey area	Distance (m)													
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	Total
Namsan	53	112	57	59	19	9	-	-	-	-	-	-	-	309
National Theatre	1	17	15	14	17	5	-	-	-	-	-	-	-	69
Campus in Sahmyook Univ.	6	3	12	11	14	26	26	5	2	3	4	6	5	117
Toegyewon	0	23	23	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68
Total	60	155	107	100	50	40	26	5	2	3	4	6	5	563

자에 의한 유성생식은 풍부한 종자(흉고직경 30cm 암그루 경우 1,000,000개)에 의한 것으로(Illick and Brouse, 1926) 4군데 조사지는 많이 발아 분포한 남산 남사면은 350개 정도, 적게 발아 분포한 퇴계원사거리 경우 50개 정도의 종자가 발아 분포하였다. 종자는 풍향의 영향에 의해서 확산이 많이 되기도 하는데 조사 지역은 종자가 떨어지는 시기인 늦가을에서 봄까지 주로 북서풍이 불고있으므로 종자의 분포가 남쪽으로 많이 비산되었다.

종자와 수관 폭과의 관계는 자기의 수관 폭 안으로 떨어지는 경우보다 수관 폭 밖으로 확산되는 경우가 더 많았다. 조사지역에서는 수관 폭의 최대 7.5배까지 종자가 확산되었다. 특히 평균 1년생 치수들은 수관 폭의 2~4배 지점(20m 이내에서 75% 분포)에 대부분 분포하는 것으로 나타났다. 국립극장 입구에 많이 나타난 높이 1m 이상의 치수는 한 뿌리에서 2~3개의 줄기가 있는 것으로 볼 때 당해년도 종자 발아에 의한 것이 아니라 전년도에 발아 성장한 가중나무가 물리적인 손상을 입어 발육에 장애를 입고 측생근에 의해서 확산된 것으로 판단된다.

이처럼 가중나무는 종자의 확산과 강한 근생흡지의 발생으로 도시서식지에서 군생을 형성하고 매우 빠른 성장을 보인다. 이와 같은 성장과 확산을 고려해볼 때 가중나무는 도시환경 내에서 급격한 개체수 증가를 보일 것이며 서울과 그 주변부의 열섬현상에 의해 가중나무의 생육 최저기온인 -9℃ 이하의 날이 거의 없는 따뜻한 겨울이 계속된다면, 치수의 월동으로 인해 그 개체수의 증가로 도시환경에서 우점종의 역할을 할 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

Beatty, R. A. and Heckman, C. T.(1980/1981) Survey of Urban Tree Programs in the United States. Urban Ecol. 5 : 81-102.

Beyer, W. N.(1975) Types of Seed Dispersal : Their Effects on Species Diversity of Trees. Amer. Naturalist 109: 103-104.

Boyer, C.(1958) Longleaf Pine Seed Dispersal in South Alabama.. J. Forest. 56: 265-268.

Burrows, F. M. *et al.* Wind Borne Seed and Fruit Movement. New Phytol. 75: 405-418.

Elizabeth Pan and Nina Bassuk(1986) Establishment and Distribution of *Ailanthus altissima* in the Urban Environment.

Gladstone, E. D.(1979) Description of a Seed Shadow of a Wind - Dispersed Tropical Tree. Brenesia 16 : 81-86.

Himelick, E. B.(1976) Diseases Stresses of Urban Trees, J. Santamour, H. D. Gerhold and S. Little(Editors) pp. 113-125. Better Trees for Metropolitan Landscapes, Symposium Proceedings, USDA For. Serv. Gen. Tech RNE-22

Illick, J. S. and Brouse, E. F.(1926) The Ailanthus tree in Pennsylvania. Pa. Dept. For.

Jamison, G. M. and Korstian, C. F.(1944) Loblolly Pine Seed Production and Dispersal. J. Forest 42 : 734-741.

Little, S.(1974) the tree of heaven(Mill) Swingle. pp. 201-202. Seed of Woody Plants in the United States. In : USDA Agri. Handbook. U. S. Dept. Agri. 450.