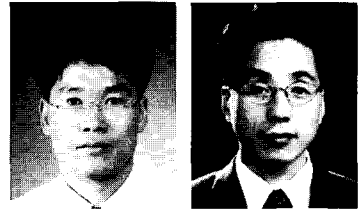


도로오염물질에 대한 가로수의 역할



양 금 철 | 공주대학교 건설환경공학부 조교수
 김 준 기 | 정회원 · 서울시 교통운영담당관

1. 서론

가로수를 이용한 녹지조성은 녹지율의 향상은 물론 공해 등의 재해로부터 시민보호 뿐만 아니라 실제적 기능에 있어서 대기정화, 섬광조절, 교통소음 차단, 방풍, 방설, 방사, 방화기능, 그리고 보건휴양 등 쾌적하고 안전한 생활환경을 조성함으로써 인간의 삶의 질 향상에 결정적인 역할을 할 수 있는 좋은 방법이다. 가로수의 이러한 기능을 최대로 하기 위해서는 식재지역 주변공간 및 식재지 환경조사 분석, 성장력, 수형, 잎, 색 등을 고려한 가로수종의 선택 등이 충분히 고려되어야 한다. 현재 식재되어 있는 대부분의 가로수는 대기오염, 토양조건, 지상환경 불량, 지하매설물로 인한 장애, 보도 폭의 협소, 통행인 및 차량통행의 증가 등으로 인하여 생육장애 및 가로수의 기능을 다하지 못하고 있으나, 가로수는 통행인에게 쾌적한 그늘을 제공하고, 매연과 분진의 흡착, 유독가스의 흡수 등으로 대기오염을 정화한다.

따라서 본 특집기사에서는 가로수의 기능 중, 가로수 나뭇잎의 중금속 오염물질 및 대기오염물질의 제거에 관한 내용을 제공하고자 한다.

2. 가로수 정의와 기능

가로수는 국토녹화, 경관조성, 공해방지, 시민보건 등을 위하여 시가 및 강변지역 등의 가로와 노변에 조화있게 심는 나무를 말한다(서울특별시 1984). 또한 도로법(1999)에서는 '도로부속물이라는 도로의 방호울타리, 가로수 또는 가로등으로서 도로관리청이 설치한 것'에 포함되어, 법적으로는 도로의 부속물로 규정되어 있다. 이런 가로수의 기능을 보면, 가로의 미관향상, 여름철 쾌적한 그늘 제공으로 보행자에게 신선함 제공, 태양 복사열 흡수에 의한 기온조절 및 도시 기후조절, 자동차 배기가스 및 공장배출가스에 대한 대기오염의 정화, 침식 방지, 방음·방화효과 등이 있고 최근에는 차단된 도시녹지의 연결축 및 야생동물의 서식 및 이동통로로서 그 역할이 중요시 되고 있다.

3. 가로수의 선정조건

가로수 식재의 선정조건은 도로폭과 수목의 수관 폭, 수고, 수관밀도 등을 고려하고 내공해성, 상업,

주거 및 공원 주변의 입지상태, 척박한 토양에서 생육 가능성, 병충해에 강하며, 지역의 특성을 반영한 향토 수종이어야 한다. 일본 동경건설국(1993)에서는 수형의 아름다움과 지엽밀생으로 하절기 녹음량이 풍부하고, 성장력과 맹아력이 강한 수종, 병충해, 대기오염, 강풍에 강한 수종, 생육지의 환경요인에 적합한 수종, 지역의 대표성 및 유지관리가 용이한 수종으로 기준을 제시하였다.

4. 도로 부유분진 흡착

대기중에 떠다니는 먼지는 지표면으로 떨어져 나가거나 비가 내려 씻겨나갈 때까지 나뭇잎, 줄기, 가지에 흡착되어 주변의 공기를 정화시킨다. 숲속의 먼지 농도와 타 지역의 먼지 농도를 비교해 볼 때 공장지대의 먼지농도는 숲에 비해 250~1000배, 대도시의 먼지농도는 50~200배에 달한다. 수종별 분진흡착효과를 정도에 따라 구분하면 표 1과 같이 쥐똥나무류, 산사나무, 개암나무류 등은 분진흡착능력이 높고, 참나무류, 너도밤나무는 중간, 벗나무류, 아까시나무는 낮으며, 양버들과 사시나무는 매우 낮다.

표 1. 수종별 분진흡착능력

| 분진흡착능력 | 수 종 |
|----------|--------------------------------|
| 높은 수종 | 쥐똥나무류, 산사나무, 개암나무류, 피나무, 오리나무류 |
| 중간 수종 | 참나무류, 너도밤나무, 갈매나무류, 떡총나무 |
| 낮은 수종 | 마가목, 벗나무류, 물푸레, 아까시나무 |
| 매우 낮은 수종 | 양버들, 사시나무 |

5. 가로수의 중금속 오염 제거

우리나라 대기오염물질중 자동차 배기가스가 접하는 비율이 상당히 높은 실정으로 박장원(1994)의

표 2. 대구지역 도로변 식물의 중금속 함량(1994년)

(단위 : ppm)

| 지역 | 구분 | 아연 | 카드뮴 | 납 | 동 | 비소 | 철 | 망간 | 수은 |
|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 주거 | 최저 | 0.331 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 4.568 | 0.167 | 0.000 |
| | 평균 | 0.844 | 0.000 | 0.064 | 0.099 | 0.000 | 9.359 | 0.830 | 0.000 |
| | 최고 | 1.764 | 0.000 | 0.149 | 0.290 | 0.000 | 22.351 | 1.606 | 0.000 |
| 상업 | 최저 | 2.101 | 0.000 | 0.233 | 0.173 | 0.000 | 10.801 | 1.109 | 0.000 |
| | 평균 | 2.322 | 0.000 | 0.249 | 0.369 | 0.000 | 17.593 | 2.452 | 0.000 |
| | 최고 | 4.234 | 0.000 | 0.384 | 0.739 | 0.000 | 24.765 | 3.828 | 0.000 |
| 공업 | 최저 | 2.564 | 0.000 | 0.108 | 0.111 | 0.000 | 9.72 | 0.678 | 0.000 |
| | 평균 | 3.489 | 0.000 | 0.331 | 0.432 | 0.000 | 19.008 | 3.539 | 0.000 |
| | 최고 | 6.496 | 0.000 | 0.781 | 1.295 | 0.000 | 34.809 | 7.969 | 0.000 |
| 계 | 최저 | 0.331 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 14.065 | 1.970 | 0.000 |
| | 평균 | 1.929 | 0.000 | 0.183 | 0.258 | 0.000 | 14.065 | 1.970 | 0.000 |
| | 최고 | 6.496 | 0.000 | 0.781 | 1.295 | 0.000 | 34.809 | 7.969 | 0.000 |

표 3. 청주시 나뭇잎 중금속 농도 (2000년)

(단위 : ppm)

| 수종 | 지역 | 시기 | 동 | 아연 | 철 | 망간 | 납 | 카드뮴 |
|------|------|----|--------|---------|---------|---------|--------|-------|
| 버즘나무 | 상당로 | 5월 | 10.670 | 23.520 | 86.055 | 35.525 | 3.380 | 0.070 |
| | | 7월 | 12.755 | 24.300 | 161.185 | 43.245 | 7.680 | 0.120 |
| | | 9월 | 10.505 | 89.230 | 331.425 | 27.645 | 8.246 | 0.240 |
| | 솔박공원 | 5월 | 15.115 | 17.770 | 113.450 | 98.570 | 1.425 | 0.095 |
| | | 7월 | 22.380 | 45.680 | 158.450 | 79.210 | 4.356 | 0.190 |
| | | 9월 | 9.150 | 50.950 | 74.875 | 130.450 | 4.760 | 0.165 |
| | 강서2동 | 5월 | 7.960 | 17.980 | 68.750 | 51.020 | 4.570 | 0.070 |
| | | 7월 | 8.680 | 32.150 | 116.485 | 110.460 | 5.624 | 0.150 |
| | | 9월 | 8.285 | 29.300 | 111.825 | 68.450 | 6.350 | 0.140 |
| 은행나무 | 상당로 | 5월 | 5.420 | 4.280 | 105.220 | 11.630 | 2.420 | 0.040 |
| | | 7월 | 4.850 | 6.380 | 128.420 | 12.570 | 3.120 | 0.054 |
| | | 9월 | 5.540 | 2.460 | 185.125 | 10.710 | 4.870 | 0.015 |
| | 솔박공원 | 5월 | 4.615 | 3.120 | 105.400 | 15.265 | 4.201 | 0.035 |
| | | 7월 | 10.450 | 8.910 | 215.480 | 17.245 | 2.845 | 0.080 |
| | | 9월 | 5.010 | 11.480 | 166.375 | 20.070 | 4.840 | 0.105 |
| | 강서2동 | 5월 | 3.180 | 4.240 | 83.205 | 15.770 | 3.640 | 0.055 |
| | | 7월 | 5.230 | 6.150 | 130.985 | 17.280 | 4.520 | 0.088 |
| | | 9월 | 2.480 | 3.670 | 195.450 | 18.450 | 2.840 | 0.025 |
| 벗나무 | 상당로 | 5월 | 7.240 | 16.320 | 122.005 | 43.110 | 9.665 | 0.070 |
| | | 7월 | 7.710 | 4.850 | 236.285 | 67.710 | 7.325 | 0.125 |
| | | 9월 | 8.060 | 20.550 | 208.575 | 120.420 | 8.620 | 0.065 |
| | 솔박공원 | 5월 | 9.905 | 81.520 | 163.855 | 86.120 | 2.730 | 0.115 |
| | | 7월 | 10.440 | 16.300 | 199.435 | 105.120 | 11.840 | 0.145 |
| | | 9월 | 9.705 | 131.550 | 234.475 | 115.230 | 2.950 | 0.168 |
| | 강서2동 | 5월 | 5.870 | 25.070 | 161.205 | 58.370 | 9.480 | 0.150 |
| | | 7월 | 8.450 | 8.000 | 354.180 | 63.480 | 3.360 | 0.150 |
| | | 9월 | 7.670 | 61.940 | 245.110 | 94.910 | 7.820 | 0.180 |

대구지역 가로수 중금속 연구에 의하면 용도지역별 중금속 함량 변화는 철의 경우 주거지역보다 상업지역이 1.9배, 공업지역이 2.0배로 높게 나타났고, 납의 경우 주거지역보다 상업지역이 3.9배, 공업지역이 5.2배로 상당히 높게 나타났다(표 2). 수종에 따른 중금속 축적 경향은 각 중금속 항목에 따라 차이는 있지만, 벽오동 수종이 중금속 축적량이 적었고 양버즘 수종이 중금속 축적량이 많아 대기오염물질 중의 중금속 제거는 양버즘나무 수종이 가장 양호한 것으로 나타났다. 또한 청주시내 3개 지점에서 은행나무, 양버즘나무, 뽕나무의 중금속 농도분석결과 은행나무, 양버즘나무, 뽕나무 앞에서 모두 Fe>Mn>Zn>Cu>Pb>Cd 순으로 높게 나타났고 중금속 총량은 가로수종 뽕나무가 353.98mg/kg으로 가장 높게 나타났다(표 3).

6. 가로수의 대기오염물질 제거

국립환경연구원(1997)이 수행한 연구에 의하면 국내의 식물의 대기오염물질 수축에 대한 연구결과를 발췌, 정리한 자료를 보면 표 4~표 6에서와 같이, 수종별로 오염물질 저감효과가 크게 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 활엽수림은 침엽수림에 비해 약 3배 정도 높은 흡수량을 갖는다.

표 4. 수목과 숲의 대기오염 저감기능(SO₂)

| 수종 | 조건 | 흡수량 |
|-------|---------|-------------------------|
| 소나무 | 26년생 | 30.3kg/ha/년, 20.2g/주/년 |
| 곰솔 | 26년생 | 42.5kg/ha/년, 28.3g/주/년 |
| 잣나무 | 24년생 | 34.3kg/ha/년, 31.7g/주/년 |
| 일본전나무 | 60년생 | 88.8kg/ha/년, 136.5g/주/년 |
| 능수버들 | 10~15년생 | 12.4g/주/년 |
| 양버즘나무 | | 6.2g/주/년 |
| 은단풍나무 | | 14.0g/주/년 |
| 가중나무 | | 50.3g/주/년 |
| 은행나무 | | 21.0g/주/년 |

| 수종 | 조건 | 흡수량 | |
|--------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 단풍나무류 | 묘목, 실험실 조건 | 8.8×10 ⁴ kg/ha/년 | |
| 자작나무류 | | 8.6×10 ⁴ kg/ha/년 | |
| 물푸레나무류 | | 4.6×10 ⁴ kg/ha/년 | |
| 테다소나무 | | 7.6×10 ³ kg/ha/년 | |
| 산사나무류 | 야외측정(4m높이, 3m폭) | 157.2μg/시간 | |
| 철쭉류 | 묘목, 실험실 조건 | 0.081mg/dm ² /시간 | |
| | 묘목, 엽면중량으로 추정 | 0.127mg/g/시간 | |
| 자작나무류 | open-top system에서 잎의 흡수량 | 0.268mg/g/시간 | |
| 물푸레나무류 | | 0.115mg/g/시간 | |
| 진달래류 | | 0.071mg/g/시간 | |
| 활엽수림 | 1ha 면적 | 360kg/년 | |
| 침엽수림 | | 120kg/년 | |
| 구주 적송림 | 야외 측정 | 14mg/m ² /14시간 | |
| 농장 | 원두콩, 독보리, 야외측정 | 43mg/m ² /14시간 | |
| 단풍나무류 | 수고 6m | 1.0×10 ² ton/년 | |
| 참나무류 | | 흡수량 실험 결과와 엽량으로 산정 | 1.0×10 ² ton/년 |
| 포플러류 | | 2.0×10 ² ton/년 | |
| 피나무류 | | 9.0×10 ² ton/년 | |
| 자작나무류 | | 1.0×10 ² ton/년 | |
| 소나무류 | | 2.0×10 ² ton/년 | |

표 5. 수목과 숲의 대기오염 저감기능(NO₂)

| 수종 | 조건 | 흡수량 | |
|-------|---------|---------------------------|---------------------------|
| 소나무 | 26년생 | 7.0kg/ha/년, 4.7g/주/년 | |
| 곰솔 | 26년생 | 12.3kg/ha/년, 8.2g/주/년 | |
| 잣나무 | 24년생 | 7.1kg/ha/년, 6.6g/주/년 | |
| 일본잣나무 | 60년생 | 21.1kg/ha/년, 32.4g/주/년 | |
| 능수버들 | 10~15년생 | 2.6g/주/년 | |
| 양버즘나무 | | 2.2g/주/년 | |
| 은단풍나무 | | 8.4g/주/년 | |
| 가중나무 | | 13.2g/주/년 | |
| 은행나무 | | 4.1g/주/년 | |
| 활엽수림 | | 1ha 면적 | 690kg/년 |
| 침엽수림 | 1ha 면적 | 240kg/년 | |
| 단풍나무류 | 수고 6m | 흡수량 실험 결과와 엽량 으로 산정 | |
| 참나무류 | 수고 6m | | 8.0×10 ⁴ ton/년 |
| 포플러류 | 수고 6m | | 1.0×10 ³ ton/년 |
| 피나무류 | 수고 5m | | 5.0×10 ⁴ ton/년 |
| 자작나무류 | 수고 5m | | 6.0×10 ⁴ ton/년 |
| 소나무류 | 수고 3m | | 9.0×10 ⁵ ton/년 |

표 6. 수목과 숲의 대기오염 저감 기능(O₃)

| 수종 | 조건 | 흡수량 | |
|----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 참나무류 | 묘목, 0.2ppm, 수시간 | 1.318mg/g/년 | |
| 자작나무류 | | 2.347mg/g/년 | |
| 설탕단풍 | | 0.863mg/g/년 | |
| 물푸레나무류 | | 0.562mg/g/년 | |
| 단풍나무류 | 수고 6m | 흡수량 실험 결과와 엽량 으로 산정 | 2.0×10 ² 톤/년 |
| 참나무류 | 수고 6m | | 2.0×10 ² 톤/년 |
| 포플러류 | 수고 6m | | 3.0×10 ² 톤/년 |
| 피나무류 | 수고 5m | | 1.0×10 ² 톤/년 |
| 자작나무류 | 수고 5m | | 2.0×10 ² 톤/년 |
| 소나무류 | 수고 3m | | 3.0×10 ³ 톤/년 |
| Coliseum maple | - | | 0.502mg/dm ² /시간 |
| Ohio buckeye | - | 0.363mg/dm ² /시간 | |
| Red vein maple | - | 0.258mg/dm ² /시간 | |
| Sweet gum | - | 0.278mg/dm ² /시간 | |
| Red maple | - | 0.272mg/dm ² /시간 | |

7. 결론

대도시지역에서 가로수 및 식물의 기능에 관련된 연구는 대전대환경문제연구소가 가로수의 대기정화 능력을 측정한 결과 흉고직경 16cm의 느티나무 1그루는 연간 CO₂ 57.5kg, NO₂ 97.6g, SO₂ 48.1g을 흡수하고 O₂ 41.8kg을 생산함으로써 성인 1인이 2개월간 흡수할 수 있는 산소를 공급한다고 보고되었다(KBS, 2004). 이처럼 가로수는 부유먼지의 중금속을 흡착하여 제거하고 대기오염물질속의 질소산화물, 황산화물, 오존 등을 제거하는 능력이 있다. 이러한 능력은 가로수의 수종별로 다르기 때문에 적지

적소에 알맞은 수종을 선정하여 식재하는 것이 필요하다. 또한 시공과정에서 철저한 감리가 이루어져야 하며, 조성이 완료된 후에도 입지별 관리방법을 다양화해야 하며(이영기 2001), 전문적인 관리를 통한 올바른 가지치기, 토양관리, 병해충방제 역시 필요하다(신현용 2004).

참고문헌

- 경기개발연구원, (2002), 경기도 가로수의 식재 및 관리 개선 방안.
 경기개발연구원, (2001), 경기도내 가로수 현황조사 및 현황도 작성.
 김동원, (2005), 관악구 가로수의 특성과 관리개선.
 도로법, (1999), 제3조 도로부속물의 정의.
 박장원, (1994), 대구지역 도로변 식물의 중금속 함량에 관한 조사연구, 영남대학교 석사학위 논문.
 백경화의, (2002), 카드뮴 오염 토양에 phytoremediation의 적용 가능성 연구, 한국생태학회.
 산림조합중앙회, (2004), 도시 토양 및 초목의 오염상태와 대기오염물질 저감을 위한 초목관리 정책방향에 관한 연구.
 산림청, (2006), "녹색도시의 꿈 가로수"의 보도자료
 서울특별시, (1984), 서울특별시 가로수 관리규칙.
 신현용, (2004), 춘천시 가로수의 특성과 개선방안에 관한 연구.
 이영기, (2001), 수목 생육환경을 고려한 도시가로수 관리방안에 관한 연구.
 전영우의, (1997), 숲이 있는 학교, 이채.
 충청남도 보건환경연구원, (2000), 청주시 나뭇잎 중금속 농도.
 한봉호, (1995), 서울시 가로수 생육환경분석 및 개선에 관한 연구, 서울시립대학교 석사학위 논문.
 KBS, (2004), 환경스페셜(가로수), 한국방송공사.