

도시지역 녹화공간의 배식기법: 공동주택단지 완충녹지의 배식¹

조 우²

Planting Design in Green Open Space, Urban Area : Planting Evaluation of Buffer Green Space in Housing Complex¹

Woo Cho²

요 약

본 연구는 1980년대 후반부터 조성된 5개 신도시 공동주택단지의 완충녹지를 대상으로 녹지의 형태와 식재 기법, 효과 등을 분석하여 완충녹지 조성시 배식에 이용할 수 있는 자료 구축을 목적으로 하였다. 연구대상지 완충녹지의 형태는 마운딩형, 사면형, 평면형이었으며 식재된 수종으로는 교목은 상록수 10종, 낙엽수 20종의 총 30종 이었고 관목은 총 13종 이었으며 도시공원 등의 관상용수종과 차이가 없었고 식재는 단층적으로 한 상태였다. 완충녹지에 의해 소음완화 효과는 인정되었으나 7개 조사유형중 4유형에서는 공동주택단지의 소음 기준치(65dB) 이하의 완충효과를 보이지 못했다. 소음완화효과는 마운드형이 효과적이었다. 본 연구대상지는 식재밀도, 녹지용적계수는 완충녹지의 기능을 충족시키지 못하고 있으며 자연림과 비교했을 때 식재밀도가 매우 적었고 녹지용적계수도 기준 녹지에 비해 현격히 낮은 값을 나타내어 개선이 요구되었다. 완충녹지는 높이를 2m이상으로 한 마운딩형으로 조성지역 인근 자연림의 식생구조를 모델로 하는 복층적 식재기법을 이용하여 조성하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

주요어 : 마운딩형, 소음완화, 식재밀도, 복층식재

ABSTRACT

An objective of this study was to provide database for the planting design of buffer green space. Types, planting structure, and effect of buffer green space were investigated in five housing complexes of newtown of metropolitan area, Korea. Buffer green space in the study sites were constructed as mounding, slope, and plate. The number of species was found 20 tree and sub-tree species(10 evergreen and 20 deciduous species) and 13 shrub species. These species were planted in one-storyed planting structure and there was no difference with ornamental species in the urban parks. Effect of sound proof by the buffer green space was recognized but sound level in four types among the seven types was observed above standard sound level for housing complex(65dB). Effect of sound proof was especially most effective in the mounding

1 접수 2월 26일 Received on Feb. 26, 1998

2 서울시립대학교 환경생태연구소 Lab. of Environment and Ecology, Univ. of Seoul, Seoul, 130-743, Korea

type. It was found that planting density and index of plant crown volume were not satisfied to the function of buffer green space because of lower density and crown volume than natural vegetation per unit. Based on these results, this study suggested that buffer green space is desirable to be developed in the mounding type over two meters height with multi-layer planting model. In addition, there is needed to consider vegetation structure of natural forest around the developing site.

KEY WORDS : MOUNDING TYPE, EFFECT OF SOUND PROOF, PLANTING DENSITY, MULTI-LAYER PLANTING

서론

현대 산업문명의 발달과 더불어 초래된 환경문제는 전지구적 차원에서 심각성이 논의되고 있다. 그 중 하나는 질 높은 거주공간의 확보와 관련된 것으로서 1996년 6월 터키 이스탄불에서 개최된 세계 주거대회(UN Habitat II Conference)에서는 '모든 인간을 위한 안전하고 건강한 거주지 보장'을 목표로 각 국가별로 지속가능한 주거 개발을 위해 노력할 것을 결의하였다. 이것은 친환경적 주거단지의 구현을 전세계적 공통과제로 부각시킨 것이라 할 수 있다. 우리 나라에서는 이와 관련하여 자연자원 및 에너지절약형, 물질순환형, 자연경관과의 유기적 연계를 이루는 주거단지 건축을 위한 기반기술 개발을 통해 생물다양성이 증대되고 쾌적한 주거단지 실현을 위한 연구를 진행하고 있다(한국건설기술연구원, 1996). 도시차원에서는 다양한 생물이 서식가능한 녹지공간의 조성과 녹지의 네트워크를 추진하고 있는 등(환경부, 1995) 주거지역에서 많은 녹지를 확보할 뿐 아니라 생물종다양성이 높은 녹지조성을 추구하고 있다. 또한, 1980년대 후반부터 붐을 이루고 있는 신도시개발은 이러한 개념을 기초로 조성하고자 하였다. 그러나, 녹지조성과 관련해서는 기존의 공동주택단지와 크게 다르지 않아 그 동안 문제시 되었던 식물재료의 생태적 특성을 고려하지 않은 설계, 시공, 관리를 되풀이하고 있는 실정으로서 개선이 요구되는 상황에 있다.

완충녹지는 도시계획법상 녹지이며 도시공원법상의 기능은 대기오염, 소음, 진동, 악취 기타 이에 준하는 공해와 각종 사고나 자연재해 기타 이에 준하는 재해 등의 방지를 위하여 설치하는 녹지이다(서울특별시, 1996). 완충녹지와 관련하여 주택건설기준 등에 관한 규정, 도시공원법, 아파트지구개발기본계획수립에 관한 규정, 고속도로법, 철도법에 언

급되어 있으나 규모와 배치에 있어서 '녹지의 기능을 충분히 발휘할 수 있는 규모'로만 규정되어 있다. 따라서, 녹지폭, 길이, 식재구조에 대한 기준이 전혀 없는 상태에 있다(한국토지개발공사, 1993). 그 결과 환경오염의 저감을 주요 목적으로 해야 하는 완충녹지가 일반 녹지조성기법과 다르지 않아 그 기능을 충분히 발휘하고 있지 못하고 있다고 판단된다. 그러나 신도시에 있어서의 완충녹지와 완충녹지 성격의 공공공지는 도시 녹지축의 중요한 골격이 되고 있다. 그러므로 생태적 잠재력을 높이고자 하는 신도시 녹지정책과 관련하여 볼 때 완충녹지는 환경오염 방지의 기능과 생물이동로로서의 기능을 충족시킬 수 있는 녹지조성기법을 통해 친환경적 주거단지 조성이 필요하겠다.

본 연구는 도시지역 녹화공간의 배식기법에 관한 연구로서 1980년대 후반부터 조성된 신도시 공동주택단지의 완충녹지와 공공공지를 대상으로 녹지의 형태와 식재기법, 효과 등을 분석하여 앞으로 녹지 조성시 배식에 이용할 수 있는 기초자료 제시를 목적으로 하였다.

연구대상지 및 방법

1. 연구대상지

연구대상지는 분당, 산본, 평촌, 일산, 목동 신도시 공동주택단지의 도로관통지역에 위치한 완충녹지와 공공공지이었다. 분당은 중앙공원에서 정자공원을 잇는 공공공지, 산본은 산본 2동의 완충녹지, 평촌은 신천동 경수산업도로변 완충녹지, 일산은 마두동 경의선 철로변 완충녹지와 도로변 완충녹지, 목동은 4단지 경인고속도로변 완충녹지이었다. 각 연구대상지 완충녹지의 유형에 따라 조사지를 선정하

었는데, 분당 3, 산본 2, 평촌 1 그리고 일산 3조사지에 대해서는 각각 조사지의 실제 녹지폭과 길이 50m의 면적을 그리고 목동은 1조사지에서 3조사구를 선정하여 각 조사구에서 실제 녹지폭과 길이 30m의 면적을 표본 조사지로 하였다.

2. 완충녹지 형태 및 식재구조 조사

각 조사대상지 표본 조사지 완충녹지의 형태를 실측하였고 매목조사를 실시하여 식재수종별로 교목수종은 수형, 흉고직경, 수관폭, 수고, 지하고를 관목수종은 수관폭과 수고를, 지피수종은 면적과 초장을 조사하였다. 완충녹지 수림대 지엽의 밀도를 파악하기 위하여 수림대 정면에서 사진촬영을 하여 수림대의 뒷 부분이 보이지 않는 부분의 비율을 구하는 수림대 불투수율(中島, 1993)을 이용하였다. 또한, 식재구조 조사를 토대로 녹지에 있어서 녹량을 정량적으로 나타낼 수 있는 녹지용적계수를 구하였다. 녹지용적 계수는 잔디와 기타 초본, 관목, 교목의 녹지용적을 구한후 단위면적으로 나누어 계산하였으며 녹지용적은 다음과 같이 계산하였다(한국건설기술연구원, 1996).

- 잔디나 풀 : 면적 × 평균 높이
- 관 목 : 면적 × 평균 높이
- 교 목 : 수관의 본체에 대한 공식(원뿔, 원기둥, 구형, 타원의 체적)

본 완충녹지 조사대상지의 대조지역으로서 수도권 인근 자연림 6곳을 선정하여 이들 지역의 식생조사 자료와 비교하였다. 또한, 완충녹지의 선진 사례지 조사를 실시하였는데 대상지는 일본 神奈川縣의 金澤綠地와 横浜市立大學 의학부내 완충녹지, 千葉縣 入船中央 Estate 공동주택단지내 완충녹지이었다.

3. 소음측정

공동주택단지내 완충녹지의 중요한 기능중 하나인 소음완화 효과를 파악하기 위하여 소음측정을 실시하였다. 측정지점은 도로끝점과 주거단지쪽 완충녹지 끝점이었다. 각 조사지에서 교통신호가 청신호로 바뀐 후 10초후부터 한지점에서 20회씩 3반복 측정하였다. 측정은 지상 1.5m높이에서 하였으며, 지시소음계(Sound Level Meter, Rion NA-24)를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 완충녹지 형태 및 식재수종

본 연구대상지 완충녹지의 형태를 실측한 내용은 Figure 1과 같다. 본 연구대상지는 모두 주거단지 내를 6~12차선의 도로나 고속도로가 통과하고 있는 지역에 설치된 녹지이었다. 완충녹지의 형태를 통해본 유형은 크게 3가지로 나눌 수 있는데, 분당은 마운딩형, 산본은 평지형과 사면형, 평촌은 마운딩형, 일산은 평지형과 사면형, 목동은 마운딩형이었다. 마운딩형의 경우 높이는 분당 1.9~3.2m, 평촌 1.5m, 목동 4.0m이었고, 사면형의 높이는 산본이 3.0m, 일산이 1.4m이었다. 녹지폭은 분당 11.6~15.5m, 산본 11.7m, 9.6m, 평촌 12.2m, 일산 10~49.0m, 목동은 19.1m로서 일산의 평지형 완충녹지 폭이 가장 넓었다.

각 조사대상지 완충녹지별 식재현황을 나타낸 것은 Table 1, 2이다. 전 조사지에서 교목성 수종의 총 출현수종은 30종이었고 각 연구대상지별 식재수종수는 7~13종이었으며 상록수 10종, 낙엽수는 20종이었다. 스트로브잣나무가 전체의 25.1%로서 가장 많이 식재되어 있었고, 이 밖에 아카시나무(10.2%), 메타세콰이어(9.4%), 잣나무(7.9%), 양버즘나무(6.1%) 순이었다. 대상지별로 분당은 스트로브잣나무와 메타세콰이어, 산본은 스트로브잣나무와 잣나무, 평촌은 메타세콰이어, 느티나무, 스트로브잣나무, 일산은 스트로브잣나무와 단풍나무, 목동은 아카시나무와 스트로브잣나무가 주요 식재수종이었다. 목동을 제외하고는 대부분 도시공원 등에서의 식재수종과 차이가 없었다. 목동의 경우는 조성 초기에 이태리포플러, 능수버들, 아카시나무를 식재한 것이었는데 현재 흉고직경이 34cm에 이르는 것도 있어 다른 지역과 차이가 있었으며, 도복의 위험 때문에 강진정을 실시하고 있었으나 다른 조사지에 비해 완충녹지의 기능을 높이는데 큰 역할을 하는 것으로 판단되었다. 수고는 교목중 수고가 큰 것은 7.5~9.0m이었고, 작은것은 0.7~2.3m이었는데 교목중 수고 1.5m이하를 나타내었던 것은 성장불량으로 인해 절단된 것이었다. 또한, 전체수고에 대한 지하고의 비율인 지하고율은 29.4~38.3%에 이르고 있었다. 본 조사대상지와 같이 소음완화가 완충녹지의 주요 기능인 곳에서 식재수종은 지하고율이 높은 것이 유리하다고 하였다(新田, 1975). 우리 나라에서 수목의 지하고율과 소음완화의 관계를 논한 자료가 없어 비교가 곤란하나, 현재의 식재구조가 교목만을

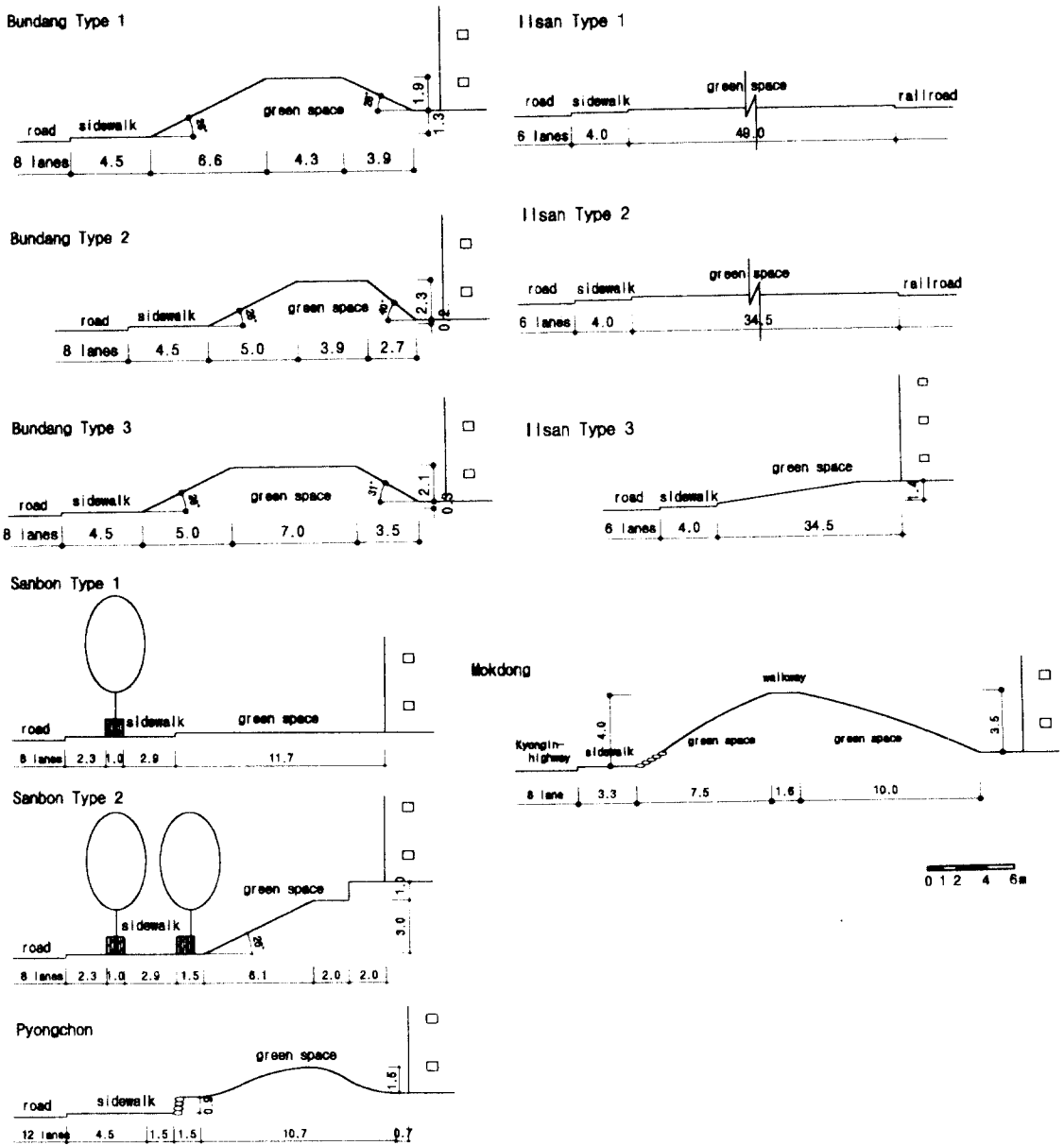


Figure 1. Types of buffer green space in survey sites

단독으로 식재하는 형태임을 고려할 때 지하고유이 높다고 볼 수 있어, 배식기법의 전환이 요구된다. 흉고직경은 양버즘나무와 이태리포플러, 능수버들을 제외하고 2~10cm의 범위가 대부분이었다.

관목수종은 총 13종이었으며 그중 분당은 철쭉류 1종, 산본은 병꽃나무 등 4종, 평촌은 무궁화류 등

2종, 일산은 조팝나무 등 5종, 목동은 개나리의 4종이었다. 특히, 이들 관목수종은 교목수종과는 별개로 일정공간을 차지하며 식재되어 있는 상태에서, 수직적 배식상태가 단층적이었다. 또한, 관목수종의 녹피 면적은 14.4~299㎡로서 녹피율이 1.72~18.0%에 불과한 상태이었다. 지피식생은 목동을 제

Table 1. Planting species and individuals of tree and sub-tree layer in survey sites

Species	Bundang		Sanbon		Pyongchon		Ilsan		Mokdong		Total	
	Indi. (ea)	Rate (%)	Indi. (ea)	Rate (%)	Indi. (ea)	Rate (%)	Indi. (ea)	Rate (%)	Indi. (ea)	Rate (%)	Indi. (ea)	Rate (%)
<i>Ginkgo biloba</i>	-	-	5	3.8	-	-	7	4.7	-	-	12	1.6
<i>Taxus cuspidata</i>	11	5.3	-	-	-	-	-	-	-	-	11	1.5
<i>Pinus koraiensis</i>	-	-	19	14.3	7	13.5	10	6.8	22	11.5	58	7.9
<i>Pinus parviflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1.6	3	0.4
<i>Pinus strobus</i>	55	26.3	40	30.1	10	19.2	28	18.9	51	26.7	184	25.1
<i>Picea abies</i>	-	-	4	3.0	3	5.8	9	6.1	-	-	16	2.2
<i>Abies holophylla</i>	15	7.2	-	-	-	-	-	-	-	-	15	2.0
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	52	24.9	-	-	15	28.8	2	1.4	-	-	69	9.4
<i>Chamaecyparis obtusa</i>	7	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1.0
<i>Chamaecyparis pisifera</i>	7	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1.0
<i>Populus euramericana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	10	5.2	10	1.4
<i>Salix pseudo-lasiogyne</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6	3.1	6	0.8
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.5	1	0.1
<i>Zelkova serrata</i>	23	11.0	9	6.8	10	19.2	-	-	-	-	42	5.7
<i>Magnolia</i> spp.(cultivar)	12	5.7	-	-	-	-	12	8.1	-	-	24	3.3
<i>Platanus occidentalis</i>	-	-	13	9.8	-	-	11	7.4	21	11.0	45	6.1
<i>Malus</i> spp.(cultivar)	8	3.8	-	-	-	-	13	8.8	-	-	21	2.9
<i>Prunus armeniaca</i>	-	-	-	-	-	-	13	8.8	-	-	13	1.8
<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	-	-	3	2.3	-	-	20	13.5	-	-	23	3.1
<i>Albizia julibrissin</i>	-	-	-	-	6	11.5	-	-	-	-	6	0.8
<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	75	39.3	75	10.2
<i>Sophora japonica</i>	-	-	5	3.8	-	-	-	-	-	-	5	0.7
<i>Ailanthus altissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.5	1	0.1
<i>Acer buergerianum</i>	4	1.9	6	4.5	-	-	-	-	-	-	10	1.4
<i>Acer palmatum</i>	9	4.3	7	5.3	-	-	23	15.5	1	0.5	40	5.5
<i>Acer saccharinum</i>	-	-	5	3.8	-	-	-	-	-	-	5	0.7
<i>Cornus officinalis</i>	-	-	-	-	1	1.9	-	-	-	-	1	0.1
<i>Cornus florida</i>	-	-	17	12.8	-	-	-	-	-	-	17	2.3
<i>Chionanthus retusus</i>	1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.1
<i>Zizyphus</i> spp.(cultivar)	5	2.4	-	-	-	-	-	-	-	-	5	0.7
Survey size(m ²)	2,105		1,025		565		3,840		1,165			
Total Individuals(ea)	209		133		52		148		191			
No. of species	13		12		7		11		10			
No. of individuals(ea/1,000m ²)	99		130		92		39		115			
Rate of branching height(%)	32.9		38.3		32.6		36.8		29.4			
Range of DBH(cm)	2.5~11.0		2.5~18.0		3.5~10.0		2.0~11.5		2.0~34.3			
Range of tree height(m)	1.0~7.5		1.3~9.0		2.3~9.0		0.7~8.0		1.5~9.0			

Table 2. Planting species and coverage of shrub and herbaceous in survey sites

Species	Site	Coverage (m ²)					Total
		Bundang	Sanbon	Pyongchon	Ilsan	Mokdong	
<i>Chaenomeles speciosa</i>		-	-	-	8	-	8
<i>Rosa ceutifolia</i>		-	30	-	-	-	30
<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i>		-	-	-	50	-	50
<i>Buxus mocrphylla</i> var. <i>koreana</i>		-	-	-	-	4	4
<i>Rhododendron</i> spp.(cultivar)		36.3	-	-	35	-	71.3
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		-	-	-	45	38	83
<i>Rhododendron</i> spp.(cultivar)		-	-	-	-	54	54
<i>Forsythia koreana</i>		-	-	-	42	203	245
<i>Ligustrum obtusifolium</i>		-	43	-	-	-	43
<i>Syringa vulgaris</i>		-	-	6.4	-	-	6.4
<i>Callicarpa dichotoma</i>		-	9	-	-	-	9
<i>Weigela subsessilis</i>		-	45	-	-	-	45
<i>Hibiscus</i> spp.(cultivar)		-	-	8.0	-	-	8
Sub-total coverage(m ²)		36.3	127	14.4	180	299	
<i>Zoysia japonica</i>		1,410	615	339	2,805	-	
Other herbaceous species		-	-	-	-	1,260	

Table 3. Sound level by the buffer green space type of survey sites

Site	Type	Mean sound level of road side(dB)	Mean sound level of housing and green space side(dB)	Decrease range (dB)	t-value
Bundang	Mounding	71.95±5.41	60.04±7.27	11.91	17.15**
Sanbon	Plate	77.93±5.18	69.14±2.74	8.79	11.40**
	Slope	79.91±3.98	75.25±3.04	4.66	8.85**
Pyongchon	Mounding	79.12±3.13	68.90±3.93	10.22	18.17**
	Plate	73.52±6.22	62.62±9.72	10.90	7.50**
Ilsan	Slope	72.47±4.14	70.38±3.49	2.09	2.99**
	Mounding	74.94±5.53	51.33±1.69	23.61	31.96**

** : p<0.01

위한 조사지는 잔디를 피복하였고, 목동은 자연침입한 초본류가 피복된 상태이었다.

2. 완충녹지의 소음완화 효과와 식재구조

도로변 완충녹지(환경녹지대)의 설치 목적은 도로로부터의 환경압력에 대한 완충이고 환경압력의 대표적인 것은 소음, 대기오염 및 시각환경악화라 할 수 있으며(三澤, 1982) 특히, 주거단지내에서는 소음과 대기오염의 저감기능이 중요하다 할 수 있다. 본 연구대상지 각 조사지에서의 완충녹지 유형별 소

음측정치와 감소치는 Table 3과 같다.

소음측정치료를 살펴보면 도로변 평균 소음치는 71.95~79.91dB이었고 주거단지쪽 평균 소음치는 51.33~75.25dB로서 큰 차이를 보였다. 우리 나라 공동주택단지 소음규제치가 65dB임을 감안할 때 분당, 목동의 경우에만 기준치 미만이었고 다른 지역에서는 기준치를 모두 초과하였다. 일산의 경우 평지형 완충녹지에서 소음측정치가 주거단지쪽이 아니라 철로변에서의 측정치이므로 경사형 완충녹지의 경우만 주거단지 소음과 관계를 논할 수 있었다. 도로변과 주거단지 혹은 녹지공간쪽에서 평균소음치에

대한 t-test결과 유의수준 1%내에서 차이를 나타내어 완충녹지의 조성은 소음완화 효과가 있다고 볼 수 있었고 각 조사대상지에서 소음 감소치는 2.09~23.61dB로서 조사대상지와 완충녹지 형태별로 큰 차이를 보였으나 소음규제치인 65dB이하의 소음감소 효과를 나타낸 대상지가 7개 유형가운데 4유형이나 되어 완충녹지 형태 및 배식에 문제가 있음을 알 수 있었다.

소음감소효과는 마운딩조성지인 분당과 목동에서 65dB이하의 소음치와 각각 11.91, 23.61dB의 소음감소효과를 나타내어 마운딩조성이 소음완화에 큰 역할을 하는 것으로 나타났다. 그러나 같은 마운딩 조성지인 평촌에서는 소음감소치가 10.22dB이었으나 소음이 기준치인 65dB이상을 나타내어 마운딩 구조 차이에 의해 소음감소 효과도 차이를 보였다. 즉, 분당의 마운딩 높이는 1.9~2.3m이었고 목동의 마운딩 높이는 주거단지 쪽에서 볼 때 4.0m이었고 소음감소치가 23.61dB으로서 큰 효과를 보였으나 평촌의 경우 마운딩 높이는 1.5m로서 마운딩 높이에 따라 소음감소치의 차이를 보였다. 또한, 녹지 폭도 소음완화에 큰 역할을 하는 것으로 나타났는데 일산의 평지형 녹지폭은 34.5~49.0m이었고 소음치는 평균 62.62dB, 소음감소치는 10.90dB로서 효과가 컸다. 반면에 산본의 녹지폭이 좁은 평지형 녹지와 경사형 녹지 일산의 경사형 녹지는 소음완화 효과가 매우 적었다.

이상의 결과만으로 볼 때 주거단지내를 관통하는 도로의 소음을 차단할 목적으로 설치할 완충녹지는 그 구조를 마운딩 형태로 하여 마운딩 높이를 2.0m 이상으로 하는 것이 효율적이며 평지형 완충녹지를 조성할 경우 녹지폭을 충분히 확보하여야 함을 알 수 있었다. 그러나, 우리 나라에서 완충녹지 설치와 관련한 법규에 의하면 공동주택단지내 완충녹지와 관련하여 녹지의 폭이나 구조, 식재수종 및 구조 등 배식에 대한 기준이 마련되어 있지 않은 상태에 있으므로 앞으로 더 많은 사례조사를 통해 구체적인 기준마련이 이루어져야 할 것이다.

완충녹지에서 식재에 의한 소음 감소는 임목밀도(단위면적당 식재본수), 배식방법, 수종, 수고, 지하고, 지엽밀도 등과 관계가 있으나 이것이 모두 영향을 끼친다고는 말할 수는 없고 일반적으로 수목은 지엽 사이에 공극이 많아 음이 그 사이를 회절(回折)하여 투과하기 때문에 소음을 방지하는 목적으로는 현저한 효과를 기대할 수는 없고 오히려 소음원과 차음구조물(방음벽)을 차폐하는 것에 의한 심리적 효과가 크며(新田, 1975), 수림대에 의한 심리적

소음완화 효과량은 3~5dB이라고 하였다(三澤, 1985). 그리고, 수림에 의한 방음기능은 방음벽과 비교하여 매우 약하고 수림대를 방음벽이나 방음마음딩 등과 병행하여 설치함으로써 보완적인 기능을 할 수 있다(三澤, 1985)고 하여 본 연구결과에서의 마운딩효과와 일치하는 보고를 하였다. 또한, 식재 구조는 단층식재가 아니라 교목, 야교목, 관목을 조합한 복층식재로 하고 울폐도를 높게 하는 것이 바람직하며 수림대만으로 구성하는 완충녹지가 효과를 내기 위해서는 그 폭을 20~50m정도가 요구된다고 하였다(中島, 1993). 그리고, 방음 효과용 수종으로는 지하고가 낮고 잎이 수직으로 조밀하게 붙어있는 상록활엽수의 교목이 바람직하며 지하고가 높은 경우에는 교목과 관목을 조합시킨 복층 식재가 유리하며 난온대 상록활엽수종을 이용하기가 어려운 지방에서는 낙엽수도 혼효하여 식재 할 수 있으나 이 경우 수림대의 전후에 상록수를 심고 낙엽수는 수림대의 중앙에 배치하고 배기가스에 내성이 있는 수종을 선정하도록 함을 강조하고 있다(新田, 1975).

본 조사대상지 완충녹지 유형별 식재모식도를 나타낸 것은 Figure 2이고 각 부분별 상록수 식재비율은 Table 4와 같다. 수종의 층위별 식재구성을 살펴보면 교목과 관목을 개별적으로 식재하는 배식유형 즉, 단층위적 형태를 보이고 있었다. 또한, 수평면적으로도 식재수종은 녹지면적을 포복하는 비율이 매우 적은 상태로서 수직·수평면적인 단순구조를 보이고 있었다. 본 연구대상지 완충녹지는 선적인 형태로서 도시 전체적인 측면에서 녹지축을 형성하고 있다. 따라서, 생물이동공간과 대기오염물질의 이동 경로로서의 역할을 할 수 있는 잠재력이 크다고 판단된다. 특히, 도시화가 많이 진행된 장소에서 생물이동통로는 야생조류를 중심으로 하여 중요한 이동, 서식공간이 되는데 그 경우 먹이공급장소, 휴식처, 은신처로서 잠재력을 발휘 할 수 있도록 하여야 할 것이다. 그러기 위해서는 식생 수직층위구조의 복층화, 수평면적 다양성이 중요한 인자가 되므로(由井과 石井, 1994; 香川, 1987; 조우와 이경재, 1998) 현재와 같은 배식방법의 수정이 필요하겠다.

조사대상지 완충녹지의 부분별 상록수 식재비율은 도로부, 중앙부, 주거지부별로 일정한 경향을 보이지 않았다. 앞서도 서술하였듯이 평면형이나 경사형 완충녹지는 도로부와 주거지부에 상록수를 집중적으로 식재함으로써 소음완화와 차폐율을 높임으로서 심리적 완화효과를 증대시킬 수 있으며, 마운딩형의 경우 마운드 중앙부분에 집중식재함으로써 차

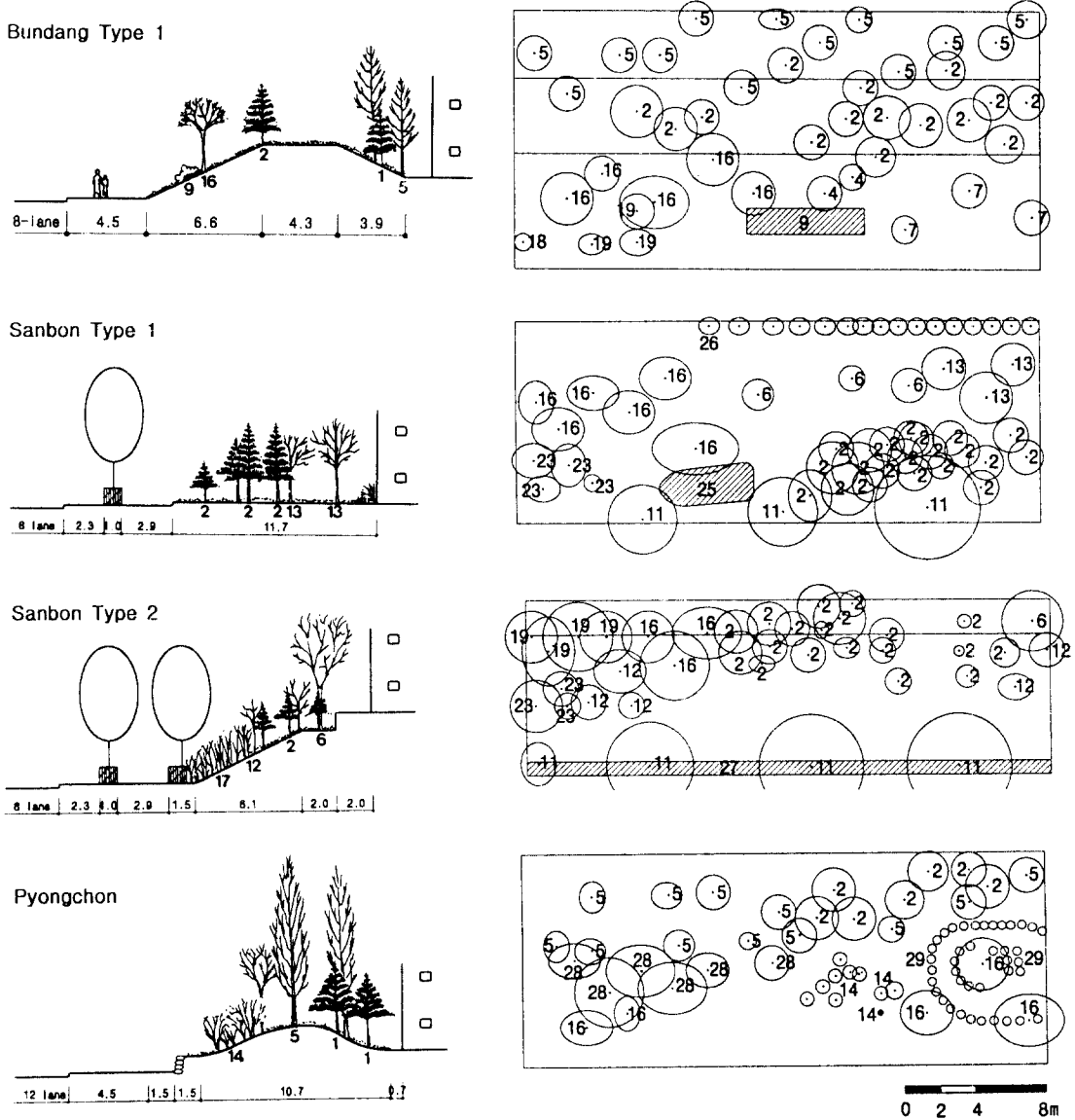


Figure 2. Planting structure of survey sites

(1. *Pinus koraiensis*, 2. *P. strobus*, 3. *Picea abies*, 4. *Magnolia* spp.(cultivar), 5. *Metasequoia glyptostroboides*, 6. *Prunus serrulata* var. *spontanea*, 7. *Malus* spp.(cultivar), 8. *Chaenomeles speciosa*, 9. *Rhododendron* spp.(cultivar), 10. *Forsythia koreana*, 11. *Platanus occidentalis*, 12. *Cornus florida*, 13. *Ginkgo biloba*, 14. *Syringa vulgaris*, 15. *Robinia pseudoacacia*, 16. *Zelkova serrata*, 17. *Weigela subsessilis*, 18. *Chionanthus retusus*, 19. *Acer buergerianum*, 20. *Zizyphus* spp.(cultivar), 21. *Chamaecyparis pisifera*, 22. *Chamaecyparis obtusa*, 23. *Acer palmatum*, 24. *Taxus cuspidata*, 25. *Callicarpa dichotoma*, 26. *Rosa* spp.(cultivar), 27. *Ligustrum obtusifolium*, 28. *Albizia julibrissin*, 29. *Hibiscus* spp.(cultivar), 30. *Prunus armeniaca*, 31. *Rhododendron* spp.(cultivar))

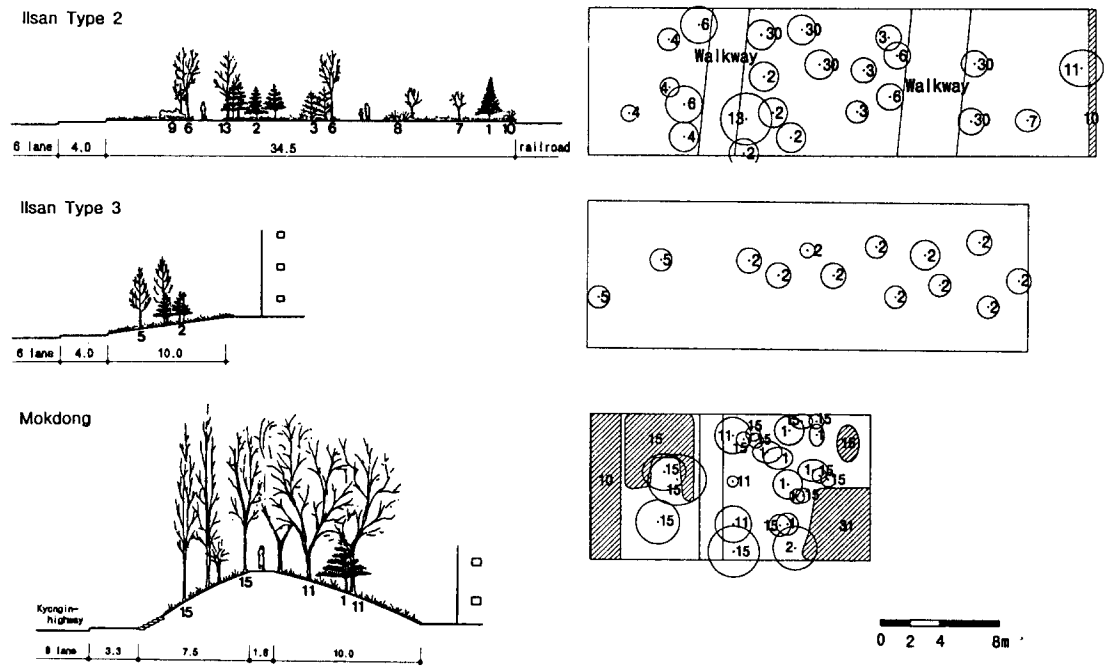


Figure 2. (Continued)

Table 4. Rate of conifer species of each part by the buffer green space type and screen rate by plants in survey sites

Site	Type	Rate of conifer species(%)			Screen rate(%)
		Road side	Middle side	Housing side	
Bundang	Mounding	41.1	42.7	0.1	73.6
Sanbon	Plate	72.2	51.5	0.0	60.3
	Slope	0.0	47.4	62.5	67.4
Pyongchon	Mounding	29.2	25.0	55.0	61.3
Ilsan	Slope	55.6	-	75.0	41.9
Mokdong	Mounding	36.0	44.2	46.4	92.2

폐율을 높여 음의 반사효과와 심리적 안정효과를 높일 수 있는 것이다. 三澤(1985)는 수림대의 소음감쇠효과는 종래부터 주장되었던 흡음효과보다는 반사(산란)효과쪽을 기대할 수 있으며 반사효과는 수목 잎의 형상과 상관관계가 있고 지엽 밀도와 엽형이 큰 것이 중요하였으며 다량의 잎이 소음 전달경로상에 어떻게 존재하는가에 따라 다르다고 하였다. 이때문에 수림대 구조는 음의 전달경로에 대하여 직각 방향으로 조성하고 복층적식재 구조가 되도록 배식하여야 한다고 하였다.

한편, 본 연구대상지 완충녹지 수림대의 불투수율(차폐율)은 41.9~92.2%이었는데 목동을 제외하고는 75%이하의 낮은 불투수율을 나타내었다. 일본 도쿄도의 도로교통소음차단 수림대의 불투수율이 85.7~95.4%인 것과 비교할 때 큰 차이를 보였는데(中島, 1993), 그 원인은 목동을 제외한 연구대상지가 식재 층위구조의 단순성과 지엽 밀도가 적었기 때문이었다. 목동의 경우는 관목층에 개나리가 집중 식재되어 이것이 불투수율을 높이는데 기여하였고 식재수종의 생육상태가 양호하였기 때문이었다.

Table 5. Index of plant crown volume by the buffer green space type in survey sites

Site	Type	Crown volume(m ³)				Green space size(m ²)	Index of plant crown volume
		Tree and sub-tree	Shrub	Herbaceous	Total		
Bundang	Mounding I	251.0	5.9	32.8	289.7	522	0.44
	Mounding II	224.7	10.8	32.5	268.0	390	0.41
	Mounding III	224.1	6.0	40.0	270.1	498	0.34
Sanbon	Plate	530.9	54.0	29.3	614.2	351	1.05
	Slope	735.9	124.4	22.0	882.3	264	2.01
Pyongchon	Mounding	226.5	22.4	28.3	277.2	339	0.49
Ilsan	Plate I	226.6	109.5	98.0	434.1	1,470	0.22
	Plate II	246.4	51.2	69.0	366.6	1,035	0.27
	Slope	26.5	0.0	25.0	51.5	300	0.10
Mokdong	Mounding	3,363.4	369.3	126.0	3,858.7	1,260	2.32

본 연구대상지인 신도시개발과 관련된 조사 보고 서상의 완충녹지와 공공공지와 관련된 내용에 의하면 분당의 경우 복층식재개념(한국토지개발공사, 1992), 산본은 상록수 및 대형 낙엽수의 밀도높은 군식(대한주택공사, 1990), 일산은 철로변소음방지 등을 고려한 지엽이 치밀한 상록군식을 통한 방음식재(한국토지개발공사, 1991)를 설계목표로 한 것과 본 연구에서 나타난 결과를 통해 볼 때 본 연구대상지에서의 배식은 개발주체가 작성한 보고서 내용을 충분히 반영하고 있지 않았으며 완충녹지로서의 역할을 발휘할 수 있는 배식개념에 의해 이루어진 것이 아님을 알 수 있어 그 개선이 요구된다.

Table 5는 본 연구대상지 완충녹지 유형별 녹지용적계수를 나타낸 것이다. 녹지용적계수는 일정한 면적에 대한 상대적인 값으로 녹지의 종류나 질적인 상태는 판단할 수 없으나 녹량을 정량적으로 나타내기 때문에 녹지에 의한 대기오염 영향 완화효과를 평가할 수 있는 것이라 할 수 있다. 이론적으로 녹지용적계수는 녹지가 전무한 상태인 0에서 30까지의 등급이 있는데 잔디와 초본, 관목, 교목이 같이 존재하는 녹지의 경우 녹지용적계수의 최소값은 9.00, 중간값은 19.50, 최대값은 30.00으로 계산되고 있으며 30.00은 실제로 불가능한 것으로 평가하고 있다(한국건설기술연구원, 1996). 본 연구대상지에서 녹지용적계수는 0.10~2.32로서 매우 낮은 값을 나타내어 정상적인 상태에서의 값과 큰 차이를 보였다. 또한, 관목의 녹지용적은 전체녹지용적중 차지하는 비율이 매우 낮아 관목의 식재가 특히 부족한 상태임을 알 수 있었다. 이와같은 결과는 단위면적당 식재밀도가 매우 낮고 수관의 체적도 정상적으로

생육하는 상태에 크게 미치지 못하기 때문에 나타난 결과라 할 수 있겠다.

Table 6은 중부지방 자연림 6곳의 대조지역에서 단위면적당 수관층위별 개체수와 녹피면적으로 나타낸 것이고, Table 7은 본 연구대상지의 교목과 관목의 단위면적당 개체수와 녹피면적을 구한 것이다. 대조지역에서는 100m²당 교목층 개체수는 4~16주, 아교목층은 9~33주 이었고 1,000m²당 교목 및 아교목의 평균 개체수는 1,380주 이었다. 그러나 본 연구대상지들은 1,000m²당 교목 및 아교목 개체수가 39~130주로서 10배이상의 개체수 차이를 나타내었다. 또한, 녹지용적계수 산정의 기초가 되는 수관층위별 녹피면적의 경우도 대조지역의 경우 1,000m²당 교목층은 평균 2,474m², 아교목층은 1,605m²이었고 관목층은 1,110m²이었으나, 본 연구대상지는 교목층은 103.3~713.3m², 관목층은 17.2~179.6m²로서 큰 차이를 보였다. 특히, 일산은 교목과 아교목의 녹피면적과 개체수, 분당의 관목층의 녹피면적이 다른 조사대상지 보다도 크게 적은 상태이었다.

이상과 같은 자료의 비교는 상대적인 비교로서 본 연구대상지의 식재수목의 수령과 대조지역 자연림의 수령이 차이가 있어 절대적으로 비교하기는 곤란하나, 현재 연구대상지 식재수목의 수령이 10년내외, 그리고 대조지역 자연림의 역사가 25년 내외임을 감안할 때 앞으로 15년 후에도 본 연구대상지 수목의 개체수는 변화가 없으며 수목의 성장으로 녹피면적이 늘어 나더라도 현재의 대조지역 자연림과 비슷한 수준으로 성장하기는 어려울 것으로 판단된다. 앞서도 언급하였듯이 주거단지에서 완충녹지가 생물이동

Table 6. No. of individuals and plant coverage by the stratification of natural vegetation sites in the metropolitan area, Korea

Site	No. of individuals(ea/100m ²)			Plant coverage(m ² /100m ²)			
	Tree	Sub-tree	Total	Tree	Sub-tree	Shrub	Total
Yongmunsan I	4	10	14	193.9	87.9	60.3	342.1
Yongmunsan II	7	16	23	157.0	271.6	112.1	540.7
Jungsusa I	11	13	24	146.0	59.5	143.4	348.9
Jungsusa II	7	31	38	759.9	311.1	62.4	1,133.4
Jungsusa III	10	17	27	242.6	144.8	225.2	612.6
Samyuk Univ. I	6	25	31	112.3	116.2	13.6	242.1
Samyuk Univ. II	6	18	24	120.1	132.7	160.1	412.9
Suraksan I	11	22	33	170.5	122.3	59.9	352.7
Suraksan II	8	9	17	227.7	49.2	150.1	427
Daemosan I	15	18	33	280.3	91.3	81.3	452.9
Daemosan II	16	14	30	266.9	64.0	170.3	501.2
Daemosan III	12	26	38	176.2	146.4	54.0	376.6
Ch'ongaesan I	7	33	40	133.5	150.0	44.6	328.1
Ch'ongaesan II	11	19	30	199.4	112.5	20.7	332.6
No. of individuals and plant coverage(per 1,000m ²)	80	190	1,380	2,474	1,605	1,110	5,189

Table 7. No. of individuals and plant coverage by the stratification of survey sites

Site	Bundang	Sanbon	Pyongchon	Ilsan	Mokdong
No. of individuals of tree and sub-tree(ea/1,000m ²)	99.0	130.0	92.0	39.0	115.0
Plant coverage of tree and sub-tree(m ² /1,000m ²)	290.6	692.3	379.1	103.3	713.3
Plant coverage of shrub(m ² /1,000m ²)	17.2	123.9	25.5	46.9	179.6
Coverage rate of shrub(%)	1.72	12.4	2.5	4.69	18.0

통로로서 그리고 환경영향 감소 기능을 수행하기 위해서는 복층적인 층위구조가 조성되어야 함을 감안할 때 대도시지역 자연림은 층위구조의 복층성을 유지하고 있으며 구성수종도 우리 나라 자연환경에서 우점종이 될 수 있고 대기오염에 대한 내성도 강한 수종을 중심으로 이루어 졌기 때문에 이들 지역의 식생구조는 도시지역 완충녹지에서 모델로 삼을 수 있다고 생각된다. 또한, 자연림을 모델로 한 배식이 이루어지지 않더라도 완충녹지의 기능을 높이기 위해서는 현재보다 수목의 밀도를 크게 증가시켜야 할 것이다.

현재의 완충녹지가 이상과 같이 수목 개체수 그리고, 녹피면적이 크게 낮은 것은 완충녹지 조성의 법적기준이 제대로 갖추어지지 않았기 때문으로 판단된다. 즉, 완충녹지 관련 법규인 주택건설기준 등에 관한 규정 제 29조와 도시공원법 시행규칙 제 9조에

의하면 완충녹지의 녹화면적율은 50~80%로 규정하고 있고 그 외의 조항은 없는 상태이다. 따라서, 완충녹지에 잔디만을 피복하더라도 법적 기준에 문제가 없게 되므로 현재와 같은 녹지조성이 이루어진다고 볼 수 있다. 그러므로, 앞으로 지속적인 연구를 통해 완충녹지의 설치기준을 위한 자세한 조성기법의 제시가 필요하겠다.

3. 완충녹지의 배식기법

공동주택단지내 완충녹지 조성시 배식과 관련하여 고려할 사항은 수종의 선택, 수직적·수평적 식재구조, 식재밀도, 녹지 형태라 할 수 있다. 이 중에서 수종과 식재구조, 식재밀도는 완충녹지 조성지역의 자연림을 모델로하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 이것은 완충녹지 조성 기법을 선진적으로 발

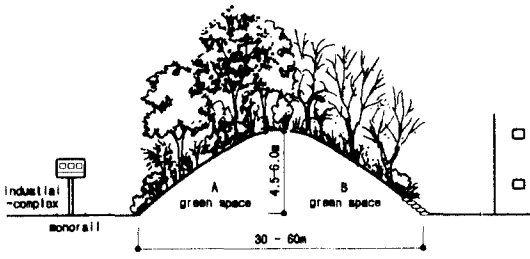


Figure 3. Structure of buffer green space and planting in Kanajawa green open space, Japan

전시킨 일본의 예를 통해보면 타당성을 입증할 수 있다. Figure 3은 일본 神奈川縣 金澤綠地の 완충녹지 조성사례이다. 완충녹지의 왼쪽에는 공단과 모노레일선로, 도로가 위치해 있고 오른쪽에는 공동주택단지가 조성되어 있는 상태이다. 완충녹지는 폭을 30~60m로 하고 마운딩을 하여 높이를 4.5~6.0m가 되게 하였다. 또한, 총연장 4km, 면적 15ha로서 공단 및 주거단지 지역의 중요한 녹지축을 형성하고 있다. 식재의 기본 개념은 일본 관동지방의 상록활엽수 및 낙엽활엽수 자연림 식생조성을 목표로 하였으며 자연림 식생구조를 모델로 식재밀도 및 수종선택을 하였다. 그리하여 공단쪽 완충녹지(A지역, Plate 1)는 공단으로부터의 환경오염을 완충하기 위한 녹지조성을 하기 위하여 대기 오염에 내성이 강한 수종인 녹나무, 동백나무, 가시나무, 후박나무, 잣나무류, 돈나무, 아왜나무 등 상록활엽수를 위주로 식재 하였고 식재밀도를 100㎡당 교목

총 19개체, 아교목층 12개체의 고밀도 식재를 통해 환경오염의 완충기능을 높이고자 하였다. 공동주택단지쪽 완충녹지(B지역)에는 꽃이 아름답고, 열매가 달려 관상가치가 높고 야생조류의 먹이가 되는 수종을 위주로 한 식재를 실시하였고 총 연장 3.8km의 산책로를 설치하여 시민의 휴식공간으로 조성하였다.

일본 神奈川縣 横浜市立大學 의학부 내에 조성된 완충녹지이며 환경보전림으로 불리우는 곳의 조성사례는 Plate 2와 같다. 의학부와 인접한 공단으로부터의 환경영향을 완충시키기 위하여 宮協(1984)가 제안한 기법을 통해 조성된 것이다. 즉, 조성지역의 생태학적 현지조사를 통해 얻은 조사자료와 잠재자연식생의 추론을 통한 배식모델을 설정하는 생태학적 식재기법으로서 다층적 층위구성, 높은 종다양성유지를 기본으로 하였으며 고밀도 묘목식재, 마운딩 조성 방법이 이용되었다. 현재 15년 정도 지난 상태로서 거의 자연림과 유사한 식생구조로 발전하였고 녹지축으로서 중요한 역할을 하고 있는 상태이다.

임해매립지내 공동주택단지에 조성된 일본 千葉縣 入船中央 Estate 단지내 완충녹지의 사례를 나타낸 것은 Plate 3, 4와 같다. 앞서의 두 사례지와 같이 마운딩 형태이었으며 조성지역 인접지 자연림의 생태학적 조사사례를 바탕으로 하여 배식모델을 추출하여 조성한 사례지이었다. 녹지폭은 약 12m이었고 마운딩의 형태는 분당의 사례와 유사하였는데 높이는 2m이었고 마운딩 상부에 폭 4m정도의 식재공간을 조성하였다. 주요 식재수종은 교목층은 곶솔과 상록활엽수를 위주로 하였고 복층적 식생구조가 이루어 지도록 하여 자연림과 유사한 형태를 나타내



Plate 1. Buffer green space of Kanajawa green space in Japan



Plate 2. Buffer green space of medical college of Yokohama City Univ. in Yokohama, Japan



Plate 3. Buffer green space of Irifuna Chuo Estate housing complex in Funabashi, Japan



Plate 4. Vegetation structure of buffer green space of Irifuna Chuo Estate in Funabashi, Japan

고 있었다.

종합해 볼 때 녹지축으로서의 역할과 아울러 환경영향 저감을 목적으로 하는 공동주택 단지내 완충녹지는 주변지역 자연림의 식생구조를 모델로 한 배식이 요구되며, 마운딩 조성을 통한 식재가 필요한 것으로 나타났다. 그러나, 마운딩 형태로 하였을 경우 도로와 보도와 면한 경사면 녹지는 단지 주민들의 통행이 많이 이루어 지는 경우 관상가치를 높일 수 있는 수종을 위주로 한 식재방법을 도입하여 휴식의 장소로도 이용할 수 있도록 하는 것도 필요하리라 생각된다.

본 연구는 공동주택 완충녹지 조성과 관련된 초기의 연구로서 수도권지역 일부 공동주택단지만을 대상으로 실시하여 우리 나라 완충녹지 전반에 걸쳐 고찰할 수 없었던 한계를 가지고 있다. 초기의 연구임을 감안할 때 앞으로도 지속적인 연구가 필요할 것이며 그리하여 완충녹지의 설치기준, 조성방법에 대한 구체적인 대안제시를 위한 연구를 진행하여야 할 것이다.

인용문헌

- 대한주택공사(1990) 군포산본 지구 조경 기본설계. 대한주택공사, 99쪽.
 서울특별시(1996) 도시공원관련법규집. 서울특별시,

224쪽.

- 조우, 이경재(1998) 도시환경립 및 군락식재지의 배식 기법 연구. 한국조경학회지 26(1):인쇄중.
 한국건설기술연구원(1996) Green Town 개발사업 I. 한국건설기술연구원, 297쪽.
 한국토지개발공사(1991) 일산 신도시 개발사업 조경 기본설계. 한국토지개발공사, 169쪽.
 한국토지개발공사(1992) 분당 신도시 개발사업 조경 기본설계. 한국토지개발공사, 183쪽.
 한국토지개발공사(1993) 공원·녹지계획 지침 연구. 한국토지개발공사, 314쪽.
 환경부(1995) 전국 그린네트워크화 구상 - 사람과 생물이 어우러지는 자연 만들기 -. 환경부, 208쪽.
 宮脇昭(1984) 日本植生誌關東. 至文堂, 東京, 641pp.
 三澤彰(1982) 沿道空間における環境綠地帯の構造に關する基礎的研究. 造園雜誌 46(1): 55-61.
 三澤彰(1985) 樹木の騒音に對する心理的減音效果に關する實驗的研究. 造園雜誌 48(5): 85-90.
 新田伸三(1975) 植栽の理論と技術. 鹿島出版會, 東京, 264pp.
 由井正敏, 石井信夫(1994) 林業と野生鳥獸との共存に向けて. 日本林業調査會, 東京, 280pp.
 中島宏(1993) 植栽の設計・施工・管理. (財)經濟調査會, 東京, 611pp.
 香川淳(1987) 都市近郊造成地の鳥相多様性と公園綠地の關聯について. 造園雜誌 50(5): 203-208.