

아파트단지내 조경용 교목의 입지조건별 생장특성

윤근영* · 안건용**

*신구대학 조경과 · **서울대학교 조경학과

The Growth Patterns of Major Landscaping Trees by Site Conditions in Two Apartment complexes

Yoon, Keun-Young* · Ahn, Kun-Yong**

*Dept. of Landscape Architecture, Shingu College

**Dept. of Landscape Architecture, Seoul National University

ABSTRACT

A site survey in two apartment complexes and a nursery experiment were carried out in this study to provide basic data of the long-pending growth characteristics of major landscaping trees, such as *Picea abies*, *Pinus parviflora*, *Metasequoia glyptostroboides*, *Magnolia denudata*, *Acer buergerianum* and *Acer palmatum*. According to the main results, the survival rates were very low, reflected by the average survival rate of the six tree species at 52.5% at the Kwacheon site, and that of the six species at the Seongnam site at 59.4%. And the average survival rate of the four species was 95% at the nursery site. And, It was presumed that the site conditions of two apartment complexes for tree growth were very inferior to those of the nursery site, taking into consideration that the increment percents of growth factors of the tree species at the nursery site were relatively higher than those of the apartment complexes. The distribution patterns of the current growth factors of trees showed a normal distribution. The regression equation of breast diameter on diameter at root collar showed especially high predictability. And, It was thought that the most critical limiting environmental factors on tree growth at the apartment complexes were found to be alkaline pH caused by excessive Ca, high percent base saturation, insufficiency of available moisture content, bad drainage due to inferior soil texture, high soil hardness, lack of organic matter and shortage of cation exchange capacity in soil.

I. 서론

도시내의 인위적 환경 속에 조경용으로 식재되는 수목을 대상으로 하는 식재설계와 시공은 수종선정의 설계초기 단계부터 식재될 지역의 입지조건, 즉, 기후, 토양, 식물간의 경쟁 등의 식물생장을 좌우하는 외부조건과 연계된 식물 자체의 성장특성이 충분히 검토되어야 할 것이다. 또한, 식재설계는 장기간 후의 경관을 염두에 두고 수목의 성장율을 고려하여 장기적인 안목으로 수행해야 하는 바 이는 무생물을 다루는 타 분야와는 다른 식재설계가 갖는 특수성, 즉, 공간설계일 뿐 아니라 시간의 흐름에 따른 경관 변화를 염두에 두어야 하는 시간설계이기도 한 때문이다 (Eckbo, 1979). 그러나, 그 동안의 조경설계와 시공이 단기적 초기경관의 구성에 급급해 왔으며 아직도 개발지역에 식재될 조경용 수목의 적응력과 성장에 따른 장기적 변화에 대한 자료 없이 막연히 설계나 시공에 임하고 있어 다량의 하자가 발생하는 등 막대한 생태적·경제적 손실을 초래하고 있어, 이의 개선은 매우 시급하고 당면한 문제라 하겠으며, 시간설계의 측면에서도 경관 변화의 주 인자인 식물소재, 특히 수목의 선정과 배식에 있어 수형의 변화를 예측하고 양호한 성장을 도모할 수 있는 입지조건별 수목의 성장특성에 관한 자료가 절실히 요구된다. 기존의 관련 연구에서는 주로 조림과 무육을 위한 수목의 성장특성에 관한 연구가 있으나 (이여하, 1977; 정성호등, 1983; 마상규, 1974; 이수옥, 1967; 김갑덕등, 1976, 1988; 장철수, 1985; 박봉규등, 1985; 임경빈등, 1976; 정영관등, 1980; 광병화등, 1973; 정인구, 1981; 김태운등, 1991; 김영환등, 1986; 한영창등, 1989; 石橋整司등, 1989a, b), 인간활동 및 각종 구조물이 혼재된 인위적인 주거환경에 조경용으로 식재된 수목의 적응력과 성장변화에 관한 연구 (이대성, 1982; 강호철, 1984; 안건용등, 1984; 김기성, 1990; 대한주택공사, 1995; 최용순등, 1995; 與水肇, 1987)는 매우 부족한 실

정이다. 그러므로 본 연구의 목적은, 주요 조경용 교목을 대상으로 아파트단지내에서의 입지조건별 생존율, 생장율, 생장분포 및 생장인자간의 상관성에 따른 수형의 변화특성 등을 조사 연구하여, 장기적인 수목의 적응력과 성장특성을 예측할 수 있는 자료를 마련함으로써, 수목자원의 생태적·경제적 손실을 감소시키며, 적절한 식재 설계기준 및 시공관리 지침의 정립을 통하여 보다 개선된 녹지환경 조성 및 조경식재분야의 기술력 및 공신력 제고에 이바지하는데 있다.

II. 연구범위 및 방법

1. 식재지현장조사

(1) 연구대상지

(가) 식재지현장조사대상지 : 본 연구의 대상지는 선정기준에 의하여 사례조사 당시 식재시공 후 각각 12년, 8년이 경과한 경기도 '과천주공아파트 2단지'와 '성남은행주공아파트'를 선정하였다.

(나) 대상지 선정 기준 : 1) 대단위 아파트 단지로서 동일 기후대에 위치하나 지형조건이 다른지역이고, 비교적 식재 수종이 다양하고 각 수종별 식재본수가 많아 분석에 필요한 충분한 자료의 획득이 가능한 지역, 2) 발주처가 동일하여 설계 및 시공법이 유사하며 설계도면 및 준공도면의 확보가 가능한 지역, 3) 식재공사 준공 후 10년 정도 경과되어 식재당시의 환경압이 식물체 내외부에 미친 영향이 충분히 극복되고, 부지의 환경특성이 수목의 성장에 충분히 반영되어 설계규격과 식재규격의 오차가 상쇄되었을 것으로 판단되는 지역, 4) 대상지내에 신규조성지와 기존수목보존지역이 병존하여 개발이 수목생장에 미친 영향의 파악이 가능한 지역, 5) 인공 식재기반 지역은 제외 (예: 임해매립지나 쓰레기 매립지, 지하주차장 상부지역 등), 6) 대상지에 동일수종이 식재되

어 있으며, 식재규격이 동일하거나 유사하여 자료 분석시 규격에서 오는 차이를 최소화할 수 있는 지역

(다) 대상지의 개요 :

1) '과천주공아파트2단지'는 북위 37.4° 부근이며 대지면적은 116,357㎡이고, 개발 전 대부분 논으로 구성된 지역으로서 부지의 남동쪽 부분에 약간의 밭과 대지 그리고 구릉지가 있었으나, 현재는 기존 구릉지역의 일부가 수목 및 원형보존지구로 설정되어 있다. 부지전체의 지형은 표고 46~56m 사이에 위치하며, 부지전체는 거의 평탄한 지형을 이루고 있다. 한편, 아파트동은 5층으로서 31개 동이며 남동향과 남서향으로 배치되어 있고, 세대수는 1,620세대이다. 본 대상지의 건설기간은 1981년 5월~1982년 4월로서 주 식재시기는 1982년 춘기이며, 식재수목관리는 아파트관리사무소에서 직영하고 있다(대한주택공사, 1979a, b, 1987a, b).

2) '성남은행주공아파트'는 북위 37.4° 부근이며 대지면적은 139,788㎡이고, 개발 전 대부분 임야로 구성된 지역으로서 현재는 기존 구릉지역의 일부가 수목보존지구로 설정되어 있다. 부지전체의 지형은 표고 75~150m 사이에 위치하며, 부지전체는 북향으로 평균경사 약 20%정도의 구릉지로 형성되어 있다. 한편, 아파트동은 5층과 15층으로서 26개 동이며 남향, 남동향 및 남서향으로 배치되어 있고, 세대수는 2,010세대이다. 본 대상지의 건설기간은 1985년 12월~1987년 6월로서 주 식재시기는 1987년 춘기이며, 식재수목관리는 아파트관리사무소에서 직영하고 있다(대한주택공사, 1986).

(2) 연구대상수종

연구대상수목은 조경용으로 많이 쓰이는 수종으로서 자료의 분석을 위해 준공수량 50주 이상인 수종으로 선정하였다. 선정된 연구대상수종의 종류, 식재 당시의 규격 및 준공수량은 표 1과 같다.

Table 1. General Characteristics of investigated tree species in two surveyed sites

* Tree Species	Kwacheon			Seongnam		
	Planting period	**Tree size at planting period	Comple tion nos	Planting period	Tree size at planting period	Comple tion nos
PA		H2.0×W1.0	98		H2.0×W1.0	220
PP	1982	H2.0×W1.0	171	1987	H2.0×W1.0	120
MG		H3.0×B6	510		H3.0×B5	310
MD	Spring	H2.0×R5	243	Spring	H2.5×R6	190
AB		H2.5×R5	55		H2.5×R5	480
AP		H2.0×R6	337		H2.0×R6	470
Total(ea)			1,414			1,790

*Tree Species

PA: *Picea abies* KARST, PP: *Pinus parviflora* S. et Z.

MG: *Metasequoia glyptostroboides* HU et CHENG,

MD: *Magnolia denudata* DESR.,

AB: *Acer buergerianum* MIQ. AP: *Acer palmatum* THUNB.

**Tree size at planting period

H: height, W: crown width, B: breast diameter,

R: diameter at root collar

(3) 조사 및 분석방법

(가) 문헌 및 면담조사: 관련 문헌 및 설계도면과 준공도면, 현장실측도, 지구배치도, 단지계획도 및 정밀토양도, 기상연보 등을 수집하여 수종별 생존현황, 성·절토현황, 원지반 토양 등을 분석하고, 개발 당시의 설계 및 시공담당자들, 현재 대상지내 관리사무소 직원들과의 면담을 통하여 대상지에 대한 개요를 파악하였다.

(나) 식재목 위치측량, 매목 규격측정 및 매목 입지조건 조사: 연구대상지내의 대상수목에 대하여 과천주공아파트2단지는 1994년 6월, 성남은행주공아파트는 1995년 6월 전수 매목 조사를 실시하였다. 조사 내용은 각 수종별 위치 및 현존 수량과 각 수목의 생장인자들, 즉, 수고, 수관폭, 지하고, 흉고직경, 근원직경을 조사하였다. 또한, 수목의 입지조건(방위, 식재위치, 지형)을 조사하였다. 조사된 자료들의 분석은, 1) 생존율분석은 준공시의 식재수량 대비 현존수량의 비를 백분율로 파악하였으며, 2) 생장분포 및 생장율 분석은 각 측정치를 SPSS PC+ 프로그램을 이용하여 빈도분석을

실시하여, 히스토그램상에서 수종별 성장인자별 성장분포를 파악하였다. 한편, 준공 후의 성장을 파악을 위하여 수종별 성장인자별 평균값을 대표값으로 하여 준공시의 식재규격과 비교하여 성장량과 성장율을 구하였다. 성장율은 Pressler式에 의해 구하였다. 단, 조경용 수목의 식재규격은 성장별로 규격기준이 다르므로, 독일가문비와 섬잣나무는 수고와 수관폭을, 메타세쿼이아는 수고와 흉고직경을, 백목련, 중국단풍, 단풍나무는 수고와 근원직경을 비교 분석 고찰하였다. 3) 입지조건과 성장과의 관계는, SPSS/PC+ 프로그램을 이용, 성장인자별 현재 수목규격들을 일원변량분석과 T-검증에 의하여 분석하였다. 또한, 수고, 수관폭, 흉고직경 및 근원직경 등의 성장인자간의 회귀분석은 단순선형회귀분석을 실시하였다.

(다) 행태조사: 행태조사는 주민들의 수목훼손현황을 파악하기 위하여 행태도면법에 의하여, 수목에 관련된 행태를 대상으로 1996년 7월과 8월 주중에 1일(금요일)과 주말에 1일(토요일) 오전 8시부터 오후 8시까지 실시하였으며 자료의 신뢰도 확보를 위해 동일 요일에 2회 반복 조사분석하였다.

(라) 토양이화학성조사

1) 1차 조사 : 공시토양은 그림 3~5와 같이, 지형, 성·절토, 방위, 식재위치 등의 입지특성과 수목생존율의 고저 및 성장율의 고저 등이 고르게 반영되도록 하여, 1차로 과천주공아파트2단지 57개소, 성남은행주공아파트 69개소, 포장시험구역 36개소 등 총 162개소를 선정하였고, 시료는 수목의 남쪽에서 잔디를 걷어낸 후 10cm 깊이에서 1kg의 토양시료를 채취하여 토양함수량을 분석하였다.

2) 2차 조사 : 1차 조사에서 분석된 토양함수량과 토양채취시의 현장상황을 고려하여 2차로 정밀토양분석을 실시하였다. 1차에서 분석된 162개 시료 중 입지조건과 성장현황을 고려하여 과천주공아파트2단지 10개소, 성남은행주공아파트 15개소, 포장시험구역 15개소 등 총 40개소를 대표표본으로 선정하여(표 10 참조), pH, 전기전도도, 유기물, 전질소, 유효인산, 양이온

치환용량, 치환성 양이온, 토성, 보수력 등의 토양 이화학성을 농촌진흥청에 의뢰하여 분석하였다. 토양시료번호는 과천은 K-Group, 성남은 S-Group, 포장시험구역은 N-Group으로 분류하여 번호를 부여하였다. 분석방법은 농업기술연구소의 토양조사편람(1973)과 토양화학분석법(1988)에 의하였다. 또한, 토양경도는 현지에서 山中式 토양경도계로 위치별로 3회 측정하여 평균치를 분석하였다.

(마) 병충해조사: 연구대상지인 과천주공아파트2단지과 성남은행주공아파트 및 포장시험구역의 수목에 대하여 1994년 6월, 1995년 6월, 1996년 7월 서울나무병원의 협조를 얻어 수종별로 병충해현황을 조사하였다.

2. 포장시험

식재지현장조사의 분석결과와 비교 고찰하고자 비교시험구로서 포장시험을 실시하였다. 시험내용은 식재지현장조사대상지의 지형조건에 초점을 맞추어 평지와 경사지간의 생존율, 생존특성, 성장율과 성장인자간의 상관성을 파악하였다. 시험설계는 난과법배치에 의한 요인 시험으로 하였다. 공시재료로서는 식재지현장조사대상지의 연구대상수종 중 독일가문비, 섬잣나무 등의 상록침엽교목 2 수종과 메타세쿼이아와 단풍나무등의 낙엽교목 2 수종을 선정하였다(표 2 참조). 시험포장은 성남시 소재 신구전문대학 실습농장내에 1995년 4월 초순에 설치하였고 시험기간은 1995년 4월~1996년 10월로 하였다. 시험포장은 부지조성시

Table 2. General Characteristics of investigated tree species in the nursery site

Species	*Pl. pd	**planting size	nos
PA	1995	R3±1cm (H1.0±0.2m)	120
PP		R3±1cm (H1.0±0.2m)	120
MG	Spring	R3±1cm (H2.0±0.2m)	120
AP		R3±1cm (H1.5±0.5m)	120
Total			480

*Pl. pd : Planting period

**planting size H : height, R: diameter at root collar

30cm이상 깊이로 경운한 후 성남은행주공아파트의 평균경사도와 같은 경사도 20%의 경사지와 평탄지로 부지정지하였다. 시험구는 수종별 처리수가 2(평지, 경사지)인 2요인 난괴법 배치로서 3반복으로 하였다. 단위시험구는 2×10m로 하고 1㎡당 1주를 식재하여 단위시험구 당 1수종 20주를 병렬식재하였다. 조사 및 분석방법으로서, 생존율 조사는 봄, 여름, 가을에 걸쳐 연 3회 지형조건별로 수종별 고사량을 조사하였다. 생장량 측정은 1995년 10월 및 1996년 10월에 2회에 걸쳐 규격이 작은 독일가문비, 섬잣나무 및 단풍나무는 수고, 수관폭, 근원직경을, 메타세콰리아는 수고, 수관폭, 흉고직경, 근원직경을 측정하였다. 지형조건과 생장과의 관계분석은 SPSS/PC+ 프로그램을 이용, 일원변량분석과 T-검증에 의하였다. 또한, 수고, 수관폭, 흉고직경 및 근원직경 등의 생장인자간의 회귀분석은 단순선형회귀분석을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 수종별 생존율

(1) 식재지현장조사

표 3에서 연구대상 6 수종의 전체적인 평균생존율은 과천주공아파트2단지 52.5%, 성남은행주공아파트 59.4%로서, 2개 지역 평균 56.4%

의 생존율을 나타내었다. 즉, 식재시공후 약 10년 정도 경과한 후 거의 1/2에 달하는 수목이 고사된 것으로서, 설계시공되었던 수량과는 매우 큰 차이가 있음을 알 수 있었다. 즉, 과천주공아파트2단지의 기존토양은 논으로서 배수불량 지역이므로 식재시공 후 10년 이상 경과하여 이러한 토양특성이 반영되고, 기타의 환경특성의 차이에 기인하여 전체 생존율도 성남은행주공아파트보다 상대적으로 낮은 것으로 사료되었다. 중국단풍은 과천주공아파트2단지에서 높은 생존율을 보였는데, 성남은행주공아파트의 중국단풍의 경우 생존율이 가장 낮게 나타났다. 성남은행주공아파트에서의 병충해 조사결과에 의하면, 식재 후 5~6년 경과한 수목에 가장 큰 피해를 끼치는 (奥野孝夫 등, 1991) 알락하늘소 (Anoplophora malasiaca THOMSON)의 식해흔 및 성충이 확인되어 이러한 충해도 생존율을 낮춘 한 요인으로 작용한 것으로 추정되었다. 한편, 2개 아파트단지의 녹지에서 발생하는 행태에 대하여 인간행태조사 결과, 전체 행태빈도 합계 1,050회 중 수목훼손행태빈도는 27회로서 2.5%에 불과하였다.

(2) 포장시험

포장에 식재된 수목의 경우 총 24주가 고사하여 95%의 생존율을 나타내었는데, 식재지현장조사대상과 단순비교할 수는 없겠으나 아파트지역보다 매우 높은 생존율을 보였다. 또한, 아무런 병충해 피해도 발견되지 않았으며

Table 3. Survival rate of investigated tree species

Tree species	Kwacheon			Seongnam			Nursery		
	Completion nos (A)	Nos surviving (B)	Survival rate (%) (B/A×100)	Completion nos (C)	Nos surviving (D)	Survival rate (%) (D/C×100)	Completion nos (E)	Nos surviving (F)	Survival rate (%) (F/E×100)
PA	98	22	22.4	220	156	70.5	120	113	94.2
PP	171	69	40.4	120	107	89.2	120	109	90.8
MG	510	251	49.2	310	222	71.6	120	117	97.5
MD	243	130	53.5	190	74	38.9	-	-	-
AB	55	52	94.5	480	168	35.0	-	-	-
AP	337	219	65.0	470	337	71.7	120	117	97.5
Total	1,414	743		1,790	1,064		480	456	
Average			52.5			59.4			95.0

Table 4. Comparison of increment percent of tree size at planting period of six investigated tree species

Growth trees factor	trees species	Nos	Kwacheon						Seongnam								
			* tree size (A)	present size				B-A	increment percent(%) (B-A/B+A) ×(200/12)	Nos	tree size (A)	present size				B-A	increment percent(%) (B-A/B+A) ×(200/8)
				min.	max.	mode	mean					min.	max.	mode	mean		
H (m)	PA	21	2.0	2.4	9.0	4.0~4.5	4.59	2.59	6.6	148	2.0	2.2	6.6	3.5~4.0	3.86	1.86	7.9
	PP	19	2.0	2.1	7.5	3.0~3.5	3.67	1.67	4.9	84	2.0	2.1	4.9	3.0~3.5	3.30	1.30	6.1
	MG	250	3.0	3.4	19.0	14.0~15.0	11.90	8.90	10.0	219	3.0	3.9	13.0	8.0~8.5	8.20	5.20	11.6
	MD	125	2.0	2.2	9.2	3.0~3.5	4.28	2.28	6.1	59	2.5	2.7	6.1	3.5~4.0 4.0~4.5	3.94	1.44	6.0
	AB	52	2.5	3.9	15.0	10.0~10.5	8.68	6.38	9.5	154	2.5	2.6	11.0	5.0~6.0	6.15	3.65	10.6
	AP	212	2.0	2.1	9.0	3.5~4.0	4.01	2.01	5.6	297	2.0	2.1	6.8	4.0~4.5	3.99	1.99	8.3
B (cm)	MG	248	6.0	7.0	37.0	22.0 ~24.0	19.63	13.63	8.9	217	5.0	5.5	22.4	10~11 12~13	11.93	6.93	10.2
	MD	126	5.0	5.4	20.3	8.0~9.0	10.05	5.05	5.6	54	6.0	6.2	11.6	7~8	8.13	2.1	3.7
R (cm)	AB	51	5.0	10.0	38.5	19.0 ~21.0	20.32	15.32	10.1	153	5.0	5.1	23.5	14~15	13.77	8.7	11.6
	AP	208	6.0	6.4	24.2	11.0 ~13.0	13.85	7.85	6.6	276	6.0	6.2	19.5	10.0~11.0	10.88	4.9	7.3
W (m)	PA	21	1.0	1.8	4.0	2.5~3.0	2.78	1.78	7.8	148	1.0	1.33	3.5	2.0~2.5	2.24	1.24	9.6
	PP	19	1.0	1.5	3.8	1.5~2.0	2.10	1.10	5.9	84	1.0	1.30	4.38	2.0~2.5	2.40	1.40	10.3

* Tree Size : Tree size at planting period

아파트지역보다 상대적으로 양호한 토양환경 (표 10 참조)도 고사를 감소시키는 중요한 요인으로 작용했을 것으로 판단되었다. 지형별로 보면 경사지역이 11주, 평탄지역이 13주로서 큰 차이를 보이지 않았다.

2. 수종별 생장특성

(1) 생장을

(가) 식재지현장조사 : 표 4에서 보면, 백목련을 제외한 5개 수종 모두 전 규격에서 성남은행주공아파트가 과천주공아파트2단지보다 상대적으로 높은 생장율을 보였다. 수목의 생장이 개체의 유전적 특성과 환경조건간의 상호작용의 산물이라고 할 때, 연구대상수종 대부분이 이러한 일정한 경향을 보이는 것은 환경조건의 차이와 관리밀도의 차이에 기인된 것이라고 판단할 수 있을 것이다. 또한, 과천주공아파트2단지의 생존율이 가장 낮은 메타세쿼

이아의 경우, 낙엽수 4개 수종 중 가장 낮은 생존율을 보였으나, 생장환경에 적응되어 활착된 메타세쿼이아는 가장 높은 생장율을 보이고 있었다. 이 수종은 대상지내에서 밀식되어 있어, 식재 후 광량확보를 위한 극심한 종내 경쟁이 개체특성이 상대적으로 열악한 수목들을 고사시켜 활착도를 낮추었을 것으로 사료되나, 단기속성수이고 양수인 특성상 종내 경쟁에서 살아 남은 현존하는 수목들은 보다 나은 환경에서 수고생장을 촉진했을 것으로 판단되었다.

(나) 포장시험

표 5에서 보면, 전반적으로 아파트지역보다 높은 생장율을 보였고, 특히 흉고직경생장율은 49.0%로서 아파트지역보다 약 5배나 높은 생장율을 보여 제반 환경인자의 영향이 매우 큰 것으로 나타났다.

(2) 생장분포

분석결과 6개 수종의 생장인자별 측정규격 분포를 살펴보면, 인위적인 아파트단지내에 동

Table5. Increment percent of four investigated tree species at the three sites

Growth factor	species	Yearly average increment percent		
		N	K	S
H	PP	8.9	6.6	7.9
	PA	15.8	4.9	6.1
	MG	19.5	10.0	11.6
	AP	12.9	5.6	8.3
B	MG	49.0	8.9	10.2
R	AP	17.3	6.8	7.3
W	PA	15.5	7.8	9.6
	PP	23.0	5.9	10.3

N : Nursery, K : Kwacheon, S : Seongnam

일규격으로 식재된 경우에도 대부분 식물체의 일반적 분포경향인 정규분포를 보이고 있음을 알 수 있었다. 이는, 조림지에서 이령림의 직경분포는 역J자형 분포를 나타내나, 동일 수령일 때는 대체로 정규분포를 나타낸다는 기 연구결과(이여하, 1973)와 같아, 자연환경이 아닌 아파트단지내에 인위적으로 식재된 조경용 수목의 경우도, 생장은 저조하나 생장분포양식은 조림지와 같음을 알 수 있었다. 수종별로 보면, 6 수종 중 가장 생장이 높은 메타세콰이아의 근원직경의 분포가 가장 넓게 분산되어 있어(그림 1 참조), 각 식물종의 유전적 생장 특성뿐만 아니라 식재위치 및 식재방법에 따른 입지환경 차이에 기인하여 그 분포의 특성이 다르게 나타남을 알 수 있었다.

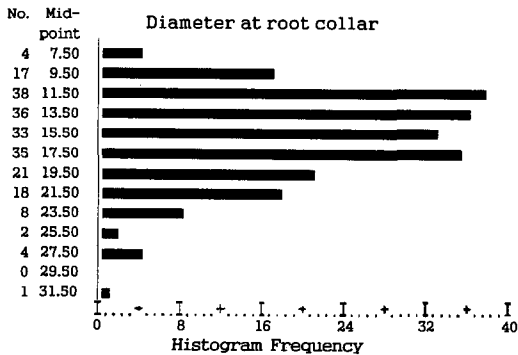


Figure 1. Distribution of diameter at root collar of *Metasequoia glyptostroboides* at the seeongnam site

(3) 생장인자간의 회귀관계

연구대상수목의 생장인자간에 단순선형회귀 분석을 실시한 결과, 수고, 흉고직경, 근원직경 및 수관폭간의 회귀식은 대부분 유의한 것으로 나타났다. 대체적으로 흉고직경과 근원직경과의 회귀관계가 가장 설명력이 높게 나타났다. 도출된 회귀식 중 설명력이 70%이상(R² 0.7)인 경우를 표 6~8에 나타내었다. 이들 중 대표적으로 설명력이 가장 높은 성남은행주 공아파트의 메타세콰이아의 흉고직경(B)과 근원직경(R)간의 산포도를 그림 2에 나타냈다. 본 연구의 결과를 이수욱(1966), 박봉규 등(1985)의 조림지에서의 연구결과와 비교해 보면, 포장시험구 수목의 생장은 조림지의 경우와 같이 생장이 높음을 알 수 있었으나, 아파트단지 수목의 생장이 상대적으로 매우 저조함을 알 수 있었다.

Table 6. Regression analysis between growth factors at the Kwacheon site

Spe cies	nos	Regression equation	Corr. Coeff.	R ²	Sig. F
PA	20	B=-0.27718+0.65887R	0.93106	0.86687	0.0000
	21	R=0.90409+3.96430W	0.85384	0.72904	0.0000
PP	13	H=-1.20455+0.74394B	0.91484	0.83693	0.0000
	13	B=-1.54019+0.78634R	0.91857	0.84378	0.0000
MG	248	B=4.77629+0.54512R	0.87154	0.75979	0.0000
MD	47	H=1.37190+0.45322B	0.87854	0.77182	0.0000
	47	B=-2.29318+0.92568R	0.91274	0.83310	0.0000
AB	41	B=-1.85786+0.76929R	0.95629	0.91450	0.0000

Table 7.* Regression analysis between growth factors at the Seongnam site

Spe cies	nos	Regression equation	Corr. Coeff.	R ²	Sig. F
PA	137	B=-0.04233+0.70352R	0.85921	0.73825	0.0000
MG	217	B=0.93076+0.70140R	0.93223	0.86906	0.0000
AB	137	B=-1.32407+0.77619R	0.91665	0.84024	0.0000

Table 8. Regression analysis between growth factors at the Nursery site

Spe cies	nos	Regression equation	Corr. Coeff.	R ²	Sig. F
MG	111	H=1.42764+0.54674B	0.86403	0.74654	0.0000
AB	137	B=-1.32407+0.77619R	0.91665	0.84024	0.0000

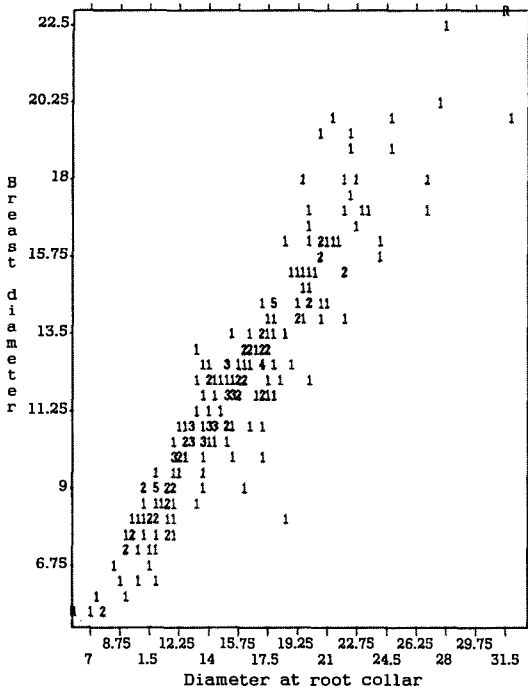


Figure 2 Scattergram between diameter at root collar and breast diameter of *Metasequoia glyptostroboides* at the Seongnam site

3. 입지별 생육환경조건과 성장과의 관계

(1) 방위(남, 북), 식재위치(조성지, 보전지), 지형조건(경사지, 평지) 및 성·질토와 성장과의 관계 : 분석결과에 의하면, 이러한 입지조건들에 따른 수목생장의 차이는 수종별, 성장인자별로 변이가 많아 일정한 경향을 발견키 어려운 분석결과를 일반화시키기는 곤란하였다.

(2) 토양조건과 성장과의 관계

(가) 토양이화학성 분석결과

정밀토양분석을 위해 선정된 토양시료 40개의 입지특성과 수목생장특성, 토양분석결과는 다음과 같다(그림 3~5, 표 9, 10 참조). 포장시험구의 경우 토양시료선정은 지형별, 각 반복별 1개소씩 선정하여 지형조건과 각 반복의 특성이 고르게 반영되도록 하였고, 수목이 고

사한 곳과 지형조건을 고르게 반영하여 선정하였다. 아파트단지의 토양시료선정은 상록수와 낙엽수의 고사여부, 생장울의 대소여부, 조성지와 보전지, 건물주변과 기타녹지, 지형과 성·질토, 건물을 기준으로 한 방위, 인간행태 발생량, 토양함수량의 고저 등을 고려하였다.

(나) 생존율과 토양과의 관계

표 10에는 아파트단지의 생존율 및 생장울 등의 수목생육현황과 수목생장에 미친 영향이 큰 것으로 판단되는 몇 개의 토양이화학성을 나타내었다. 표 10에서 보면 과천주공아파트2단지의 경우, K11, K35, K38, K49가 수목고사율이 높은 곳으로서, K11, K35의 경우 pH가 각각 8.5, 7.8로서 높은 편이다. K38은 메타세쿼이아가 80% 고사한 지역으로서, 높은 Ca 함량에 기인하여 pH는 8.4로 가장 높은 편이고, 염기포화도도 매우 높아 250.5%에 이르며, 유치원 어린이들의 보행통로로 주로 쓰이는 공간이므로 답압에 의한 토양경화(토양경도 32.6mm) 등이 복합적으로 수목의 고사율을 높인 것으로 판단되었다. 또한, K49는 토양속에 콘크리트조각들이 발견되었고, 이에 기인하여 특히 Ca의 함량이 많은 것으로 생각되었고, 토양경도도 28.6mm로 높은 편이며 E.C.도 극히 높은 수치인 5.88ds/m으로 나타나 이러한 요인들이 복합적으로 백목련과 섬잣나무의 고사율을 높인 것으로 판단되었다. 메타세쿼이아가 모두 생존해 있는 K10, K18, K19를 살펴보면, 석력함량이 적으며 pH가 약산성을 띠고 있고 염기

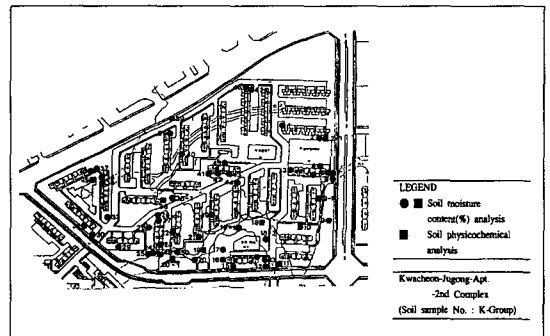


Figure 3. Locations of soil samplings at the Kwacheon site

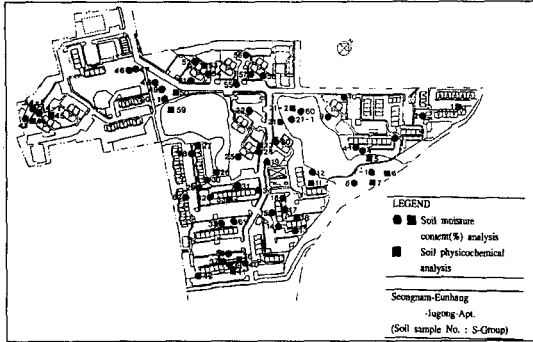


Figure 4. Locations of soil samplings at the Seongnam site

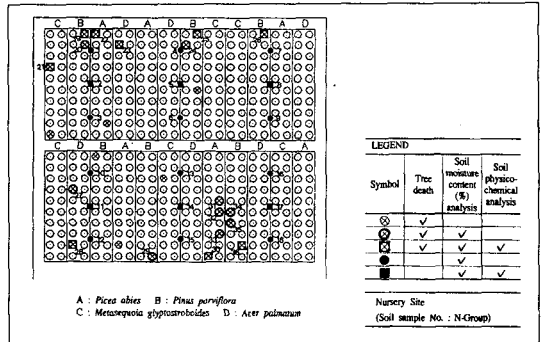


Figure 5. Locations of soil samplings at the Nursery site

Table 9. Average test results of soil samples by sample sites

Site	Soil sample position	Moisture content (%)		Water Ret. (%)		Available moisture (%)		Particle size distribution (%)			Soil texture (mm)	Exchangeable Cations (cmol(+) / kg)				Total C.E.C (cmol(+) / kg)								
		0.1 bar	1/3 bar	15 bar	1/3 bar	Sand	Silt	clay	Ca Mg K Na				Base Base O.M.											
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)					
N	Survived area	6	20.28	22.1	17.5	8.6	8.9	54.4	30.3	15.3	SL	18.0	4.8	0.23	0.96	16.2	2.23	0.43	0.26	0.05	2.95	9.9	23.0	23.1
	Dead area	9	17.85	21.8	18.0	8.4	9.6	54.2	31.2	14.6	SL	14.5	4.8	0.30	0.81	22.4	2.12	0.46	0.30	0.03	2.92	9.5	31.0	20.5
K	Developed area	7	16.73	21.9	17.8	8.2	9.6	60.1	26.7	13.2	SL	22.0	7.4	0.56	0.50	11.7	10.8	0.86	0.64	0.10	12.40	8.4	155.0	13.1
	Planted Conser area	2	26.51	28.8	23.3	10.8	12.5	49.3	33.6	17.1	SL	20.5	5.85	0.45	0.62	4.65	7.30	1.63	0.85	0.06	9.83	11.6	85.7	13.7
	Non-planted area	1	18.14	21.0	16.3	7.6	8.7	64.0	23.7	12.3	SL	17.5	6.0	0.30	0.34	5.4	7.36	1.05	0.52	0.04	8.97	7.6	118.0	6.4
S	Developed area	10	15.10	16.8	13.4	6.1	7.4	76.1	14.7	7.4	LS	23.6	7.8	0.50	0.16	10.4	11.11	0.78	0.38	0.06	12.33	7.2	174.2	4.1
	Planted area	3	15.99	17.0	12.8	5.4	7.4	79.1	15.9	4.9	LS	14.6	6.5	0.18	0.20	6.0	7.78	1.28	0.29	0.03	9.39	6.9	134.3	4.7
S	Conser Non-planted area	2	42.60	31.3	26.9	11.8	15.1	56.3	34.9	8.9	SL	14.6	4.5	0.69	1.71	7.0	2.19	0.47	0.35	0.05	2.86	13.8	20.0	56.4

N : Nursery, K : Kwacheon, S : Seongnam

포화도도 80% 내외로 적당하며, 유효수분함량도 상대적으로 높은 편으로서 수목생장에 적합한 토양으로 사료되었다. K10의 경우, pH는 5.8이고 유기물과 전질소함량은 상대적으로 많으며, 유효수분함량도 상대적으로 높고 점토함량도 가장 많은 양토로서 석력은 가장

적게 나타나 수목생장에 적합한 환경인 것으로 판단되었다. 또한, K18~19는 보존지 내부로서 K10과 유사한 토양이 화학성을 보이고 있었다. S1의 경우, 독일가문비가 모두 고사한 지역인 바, 이는, 비교적 높은 pH와 토양경도(32.6mm)에 기인된 듯 하며, S11의 경우는

Table 10. Summary of the relation between tree growth status and major soil physicochemical properties at the apartment complexes

Soils	Tree growth status						Soil physicochemical properties								
	Survival rate		Increment percent			Available moisture content(%)	Sand (%)	Clay (%)	Gravel (%)	Soil hard ness (mm)	pH	Ca (cmol (+)/kg)	Base Sat. (%)	O. M. (g/kg)	
	Higher	Lower	0%	Higher	Middle	Lower	1/3bar-15bar								
K2-1	●	-	-	●	-	-	9.4	55.0	16.9	>35	16.6	6.9	7.86	95.9	17.8
K10	●	-	-	-	-	●	11.3	50.0	17.0	10~35	25.8	5.8	5.74	82.1	18.4
K11	-	●	-	-	-	●	11.7	63.2	10.8	>35	15.0	8.5	16.34	223.3	6.7
K18*	●	-	-	●	-	-	14.7	39.2	20.4	10~35	17.6	5.8	8.73	82.0	11.4
K19*	●	-	-	-	-	●	10.3	59.4	13.8	10~35	23.5	5.9	5.86	89.3	16.0
K20-1**	-	-	-	-	-	-	8.7	64.0	12.3	>35	17.5	6.0	7.36	118.0	6.4
K35	-	-	●	-	-	-	9.0	62.4	11.1	>35	16.0	7.8	8.61	129.5	9.3
K38	-	●	-	●	-	-	8.8	69.2	8.2	>35	32.6	8.4	14.47	250.5	2.8
K39-1	●	-	-	●	-	-	8.6	58.2	14.8	0~10	19.5	7.2	8.73	112.0	27.8
K49	-	-	●	-	-	-	8.4	63.0	13.3	>35	28.6	7.5	13.85	191.8	9.0
S1	-	-	●	-	-	-	8.0	73.8	8.1	10~35	32.6	7.7	8.67	139.0	6.4
S5*	●	-	-	-	-	●	8.1	76.4	6.1	0~10	16.0	6.6	9.61	148.9	5.0
S6*	●	-	-	-	-	●	6.6	80.8	4.1	10~35	14.3	6.1	6.49	124.6	3.6
S7*	●	-	-	●	-	-	7.5	80.2	4.6	>35	13.6	6.7	7.24	129.4	5.3
S11	-	-	●	-	-	-	5.5	77.6	6.4	>35	32.0	8.5	15.09	221.4	2.8
S21	●	-	-	●	-	-	9.0	69.2	5.9	10~35	23.6	6.7	7.86	105.3	5.9
S21-2**	-	-	-	-	-	-	18.2	50.8	12.9	0~10	16.6	4.4	3.12	23.1	77.6
S23	●	-	-	-	-	●	8.2	73.8	7.7	10~35	30.3	8.4	12.60	187.5	2.9
S38	●	-	-	-	-	●	6.2	79.4	9.2	>35	21.3	7.7	8.11	137.8	3.3
S41	-	-	●	-	-	-	5.7	84.6	4.8	>35	20.3	8.2	23.33	364.5	4.7
S44	-	●	-	-	●	-	8.1	70.8	8.6	0~10	14.6	6.8	6.61	139.5	1.4
S45	●	-	-	-	●	-	8.3	73.6	7.8	10~35	33.6	8.4	12.60	181.4	4.0
S50	●	-	-	●	-	-	6.4	81.0	8.3	0~10	10.6	7.1	6.74	130.0	2.1
S53	●	-	-	●	-	-	8.2	77.0	6.7	10~35	17.3	8.1	9.48	135.4	8.3
S59**	-	-	-	-	-	-	11.9	61.8	4.8	0~10	12.6	4.5	1.25	16.8	35.1

* Planted area at the Conserved area, ** Non-planted area at the Conserved area

Ca이 15.09cmol(+)/kg으로 높고 pH도 8.5로서 염기포화도가 221.4%나 되며, 자갈이 많고 점토함량이 낮으며 유기물도 적고 토양경도도 32.0mm로 매우 높아 수목생장환경으로서서는 매우 부적합하고, 위요된 평지공간으로서 많은 유희행태가 발생하고 있어 이러한 요인들이 복합적으로 생존율을 낮춘 것으로 사료되었다. S41의 경우는 단풍나무가 모두 고사한 지역으로서, Ca함량이 가장 많아 pH 8.2, 염기포화도 364.5%로 조사시료 중 최대치로 나타났고 점토함량이 단지내에서 가장 낮고 유효수분함량도 거의 최저치이며, 석력함량도 많은 편으로 나타났다. 또한, 부근에 식재된 중국단

풍의 경우 알락하늘소의 피해가 많은 것으로 보아 이러한 부적합한 토양조건때문에 수세가 쇠약해진 상태에서 충해의 피해가 겹쳐 고사율을 높인 것으로 생각되었다. 생존율이 높은 S50의 경우, 보존지에 인접한 경관녹지로서 pH는 7.1이고, 모래함량이 81%로 높고 석력은 적은 편이며 토양경도는 10.6mm로 최저치를 보인 곳이다. S53의 경우, 아파트동과 녹지사이의 띠지에 식재된 곳으로서 유효수분함량이 상대적으로 높은 편인 것으로 미루어, 호습성인 메타세쿼이아의 생장에 양호하여 생존율이 높은 것으로 판단되었다. 포장의 경우, N19~N36은 수목이 고사한 지역인데 표 9에

서 각 성분들의 평균치를 보면, 생존지역과 이화학적성분에 큰 차이 없는 것으로 보아 포장의 경우 토양조건보다는 수목개체내부의 생리적특성이 수목활착에 영향요인이 되었을 것으로 사료되었다.

(다) 생장율과 토양과의 관계

표 10에서 보면, 조사대상지역인 아파트지역내에서 생장율이 가장 높은 편인 곳은 K2-1, K18, K38, K39-1, S7, S21, S50, S53이며, 가장 낮은 편인 곳은 K10, K11, K19, S23, S38 이다. K2-1은 pH 6.9로 중성으로서 염기포화도 95.9%를 보였고, 유기물은 상대적으로 많은 사질양토이다. K18, K19는 보존지 내부로서 고사가 없고, 전술한 바와 같이 기타의 토양이화학적성이 수목생장에 적합한 환경으로 생각되었다. S7은 보존지 산정부에, S21은 보존지 옆 약수터에 인접하여 위치하고 있으며 생장율은 전반적으로 높은 곳으로서, 고사율이 낮은 곳인 바, 이는 유효수분함량이 상대적으로 높아 생장율이 높은 것으로 사료되었다. S50은 보존지에 인접된 친환경적 입지와 S53은凹지에 식재된 입지조건과 낮은 토양경도 등이 고사율을 낮추고 생장율을 높인 주 요인으로 판단되었다. K10의 메타세쿼이아의 경우, 고사는 없으나 생장율이 낮은 것은 비교적 높은 토양경도(25.8mm)에 기인된 것으로 판단되었으며, K11의 천근성(Noboru, 1979)인 단풍나무의 경우 Ca의 함량이 높아 pH가 8.5로서 매우 높으며 염기포화도도 233.3%로 매우 높고, 유기물과 질소의 함량은 매우 적으며 석력의 함량도 많은 입지조건으로서 고사율이 높고 생장율도 낮은 것으로 생각되었다. S23의 경우 Ca의 함량이 많아 pH는 8.4로 가장 높은 편인데, 고사율은 낮으나 생장율은 저조한 바 이 경우도 독일가문비 중 개체의 생리적 특성이 강한 수목이 거의 생존을 하였으나, 높은 염기포화도(187.5%)와 토양경도(30.3mm) 등에 기인하여 생장은 불량한 것으로 생각되었다. S38은 메타세쿼이아가 밀식된 곳으로서 고사율 20%를 나타낸 곳인 바, pH는 높은 편이고 점토함

량이 9.2%로써 매우 낮고, 유효수분함량(6.2%)도 매우 낮으며 석력도 많은 것으로 미루어 이러한 부적합한 토양특성이 생장율을 낮춘 것으로 사료되었다.

IV. 결론

식재지현장조사결과, 과천주공아파트2단지에서는 6 수종의 평균생존율이 52.5%, 성남은행주공아파트는 59.4%로 나타나 매우 낮은 생존율을 보였다. 과천주공아파트2단지에서 가장 생존율이 높은 중국단풍이 성남은행주공아파트에서 가장 생존율이 낮은 것은 총해에 의한 것으로 사료되었다. 수목에 직접적인 인위적 훼손은 발생회수가 매우 적어 수목의 생존율 저하에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 포장시험구 조사결과 4개 수종의 평균생존율은, 두 아파트지역보다 현저히 높은 수치인 95%로 식재규격은 다르나 입지조건 차이가 반영된 것으로 판단되었다.

한편, 연구대상수종들의 생장율은 대체로 포장시험구<성남은행주공아파트>과천주공아파트2단지 순으로 나타나 수목생장에 있어서 아파트지역은 포장시험구보다 매우 열악한 입지조건인 것으로 분석되었다. 또한, 아파트지역의 수종별 생장인자들은 정규분포를 보여 조림지 동령림의 경향과 같은 것으로 나타났다. 한편, 아파트지역에 있어서도 조림지나 천연임분과 마찬가지로 생장인자간의 회귀식은 설명력이 높은 것으로 나타났다. 이들 중에서도 흉고직경과 근원직경간의 회귀식이 가장 예측력이 높은 것으로 나타났다.

입지별 생육환경조건과 생장과의 관계에 있어서, 식재수목의 방위, 지형조건 및 성·절토 방식과 수목생장과의 관계는 상관성이 약한 것으로 분석되었다. 그러나, 아파트단지내 토양의 이화학적성 중 과다한 Ca에 기인된 알칼리성이 높은 pH, 높은 염기포화도, 열악한 토성으로 인한 유효수분함량의 부족과 배수불량, 높은 토양경도, 유기물의 부족과 양이온치환용량

의 부족 등이 수목생육에 가장 큰 제한인자로 작용하고 있는 것으로 나타났다.

인용문헌

1. 강호철(1984), "아파트단지 조경식재공사의 하자에 관한 연구", 한양대학교 환경과학대학원 석사논문 : 33-56, 63-64.
2. 광병화, 이종석(1973), "몇몇 상록성조경식물의 광도차에 대한 생장상태", 『한국조경학회지』, 1(1) : 16-21.
3. 김갑덕(1969), "임목성장의 예측에 관한 연구", 『한국임학회지』, 9 : 55-60.
4. 김갑덕(1976), "홍고직경과 수고와의 관계 곡선", 『서울대 연습림연구보고』, 12: 1-10.
5. 김갑덕, 문무훈(1976), "리기다소나무 임분의 생장에 관한 연구-수원지방과 광양지방의 생장비교", 『서울대 연습림 연구보고』, 12 : 53-60.
6. 김갑덕, 정성학(1988), "중부지방 낙엽송임분의 재적식 및 수고식에 관한 연구", 『한국임학회지』, 77(1) : 23-31.
7. 김기성(1990), "인공매립토양이 조경수목식재에 미치는 영향 -상계지구 도시생활 쓰레기매립지반을 중심으로-", 한양대학교 환경과학대학원 석사논문 : 17-59.
8. 김영환, 이정석, 김동춘(1986), "곰솔의 입지환경과 지역에 따른 생장 비교에 관한 연구", 『전남대연구보고』, 8 : 9-22.
9. 김태운 외 6인(1991), "토양형별 주요 수종의 생장", 『임연 연보』: 91-106.
10. 농업기술연구소(1973), 『토양조사편람』, 서울 : 3-28.
11. 농업기술연구소(1988), 『토양화학분석법-토양, 식물체, 토양미생물』, 서울 : 40-43, 57-60, 90-91, 117-119, 209-211.
12. 대한주택공사(1979a), 『과천도시개발기본계획, 설계 보고서』, 서울 : 15-24.
13. 대한주택공사(1979b), 『과천도시개발기본설계(최종보고서)』, 서울 : 10-12.
14. 대한주택공사(1986), 『단지계획과정 85-500호 이상 단지를 대상으로』, 서울 : 47-54.
15. 대한주택공사(1987a), 『대단위단지개발 사례연구 자료집』, 서울 : 69-83.
16. 대한주택공사(1987b), 『주택건설총람(1981-1982)』, 서울 : 76-77.
17. 대한주택공사(1995), 『생육환경특성을 고려한 아파트 단지내 조경 수목 선정 및 식재방안 연구-매립지반 식재지반 생육환경 특성을 중심으로』, 서울 : 49-58, 217.
18. 마상규(1974), "국내주요수종의 수고생장에 대하여", 『한국임학회지』, 21 : 39-45.
19. 박문서(1992), "PC를 이용한 아파트단지 일조분석 패키지 개발과 관련법규 개정을 위한 제언", 서울대학교 환경대학원 환경조경학과 석사논문 : 24-25.
20. 박봉규 외 1인(1985), "수목의 흉고직경과 수관너비와의 관계로 본 수관경쟁", 『한국생태학회지』, 8(4) : 197-200.
21. 안건용, 김남춘(1984), "아파트단지내 조경수목의 효율적인 관리방안에 관한 연구", 『한국임학회지』, 66 : 8-15.
22. 이대성(1982), "조경공사의 하자에 관한 연구", 서울대학교 환경대학원 석사논문 : 13-44, 46-48, 71-85.
23. 이수옥(1967), "적층에 있어서 수고, 흉고직경 및 수관직경과의 상관관계", 서울대학교 대학원 석사논문 : 31-39.
24. 이여하(1973), "임분생장 추정에 관한 연구", 『한국임학회지』, 18 : 9-12.
25. 이여하(1977), "임목의 연륜 생장에 대한 분석", 『건대농대부설 농업자원개발연구소』, 3 : 47-56.
26. 임경빈, 권기원(1976), "임목성장량의 조기추정에 관한 연구", 『한국임학회지』, 30 : 30-41.
27. 장철수(1985), "낙엽송림의 단목생장과 주변밀도와의 관계", 『한국임학회지』 71 : 27-32.
28. 정성호, 최문길, 이근수(1983), "중부지방 주요활엽수의 직경성장에 관한 조사연구", 『한국임학회지』, 60 : 24-29.
29. 정영관 외 2인(1980), "토양의 화학적 성질과 임목생장과 의 관계", 『한국임학회지』, 46 : 10-20.
30. 정인구(1981), "수랑화에 의한 우리나라 삼림토양의 형태학적 및 이화학적 성질과 잣나무 및 낙엽송의 생장 상관 분석", 『한국임학회지』, 53 : 1-26.
31. 최용순, 심경구(1995), "주목단지조성시 배수불량으로 인한 수목피해에 관한 연구", 『한국조경학회지』, 58 : 195-204.
32. 한영창 외 5인(1989), "버어지니아소나무 15, 30년생의 4개 지역에서 식재위치간 생장비교", 『임목육종연구소 연구보고』, 25 : 75-79.
33. Eckbo, G. 지, 이종필 역(1979), 『조경학(The Landscape we see)』, 대한교과서(주) : 238-239.
34. Noboru K. (1979), 『樹木根系圖說』, 東京 : 誠文堂新光社 : 598, 909.
35. 石橋整司(1989a), "天然林の成長豫測(II) シミュレーションモデルによる長期豫測", 『日本林學會誌』, 71(9) : 356-362.
36. 石橋整司 外 2人(1989b), "天然林における樹木の分布様式", 『日本林學會誌』, 71(12) : 503-510.
37. 奥水 肇(1987), "丘陵地の土地自然特性と開發に伴う自然潜在力の變化", 『造園雜誌』, 50(5) : 125-130.
38. 奥野孝夫, 田中 寛, 木村裕(1991), 『原色樹木病害蟲圖鑑』, 東京 : 保育社 : 264.