

공동주택 내 수목 식재 하자현황과 원인 분석

전영*,민병욱**

*경희대학교 대학원 환경조경디자인학과

**경희대학교 환경조경디자인학과

Analysis of Current Status and Causes of Tree Planting Defects in Apartment Housing Area

Young Jeon*,Byoungwook Min**

*Dept. of Landscape Architecture Design, Graduate School, KyungHee University

**Dept. of Landscape Architecture, KyungHee University

ABSTRACT This study was prepared to analyze the practical difficulties of maintaining and managing landscape trees and to enhance alternatives. Therefore 『Landscape Standard Specification』 was analyzed. And this was compared with the analysis of the 『Overall Process Table』 and the 『Landscape Construction Defect Status and Handling Plan』 reports of each survey target site. It also referred to expert interviews. The first problem is inadequate planting due to construction schedules that do not take into account tree planting schedules. The second problem is poor drainage and irrigation. Appropriate and sufficient irrigation is essential for trees with poor growth conditions. Nevertheless, drainage management before construction or irrigation after construction is not properly carried out. The third problem is the change in tree planting and tree transplantation caused by economic and time problems. The fourth problem is the creation of an insufficient planting base caused by structural problems at the construction site. If trees are properly managed in the field, the defect rate can be significantly reduced. The government guidelines contain details on planted trees, but they do not sufficiently reflect the practical difficulties faced by landscaping construction. In order to carry out guidelines such as import standards for planting, material management, planting timing, soil management, etc., landscaping construction shall be fully considered and the construction date shall be fully provided. This study sought to further enhance the realistic understanding of the construction site and the construction process and to uncover the gap between the government's guidelines and realistic problems. In the future, it should be possible to actively reflect landscaping sites and solve fundamental problems by supplementing government guidelines.

Keywords Landscape Trees, Landscape Construction, Tree Planting, Field Management, Tree Defect Rate

국문초록 본 연구는 조경수목 유지 및 관리의 현실적인 어려움을 분석하고 그 대안을 제고하기 위하여 작성되었다. 이를 위해 『조경공사 표준시방서』를 분석하였으며, 이를 각 조사 대상지의 『전체공정표』와 『조경식재 공사 하자현황 및 처리방안』 보고서를 분석한 내용과 비교하였다. 또한 전문가 인터뷰를 참고하였다. 첫 번째 문제는 수목 식재 적기를 고려하지 않는 시공일정으로 인한 부적기 식재이다. 두 번째는 배수와 관수의 불량이다. 생육상태가 좋지 않은 수목에 적절하고 충분한 관수는 필수적임에도 불구하고 시공 이전 배수로 관리나 시공 이후 관수가 적절하게 이루어지고 있지 못하다는 문제가 있다. 세 번째는 경제적, 시간적 문제로 발생하는 수목 식재의 변경과 재이식이다. 네 번째는 공사현장의 구조적 문제로 발생하는 불충분한 식재기반 조성이다. 현장에서 수목 관리가 제대로 이루어진다면 하자율을 상당히 줄일 수 있다. 정부지침은 식재 수목에 관한 상세한 내용들을 담고 있으나 조경 시공사가 겪는 실질적인 어려움은 충분히 반영하고 있지 못하다. 식재의 반입 기준이나 자재관리, 식재시기, 토양관리 등의 지침을 수행하기 위해서는 조경시공을 충분히 고려해야 하며, 시공기간을 충분히 제공받아야 한다. 본 연구는 공사현장 및 공사과정의 현실적 이해를 더 높이고 정부의 지침과 현실적인 문제 사이의 간극을 밝혀내고자 하였다. 추후 정부 지침의 보완하여 조경 현장여건을 적극적으로 반영하고 근본적인 문제를 해결할 수 있어야 할 것이다.

주제어 조경수목, 조경시공, 수목 식재, 수목 관리, 수목 하자율

Corresponding Author: Byoungwook Min

Tel: +82-31-201-3729, E-mail: bwmin@khu.ac.kr

본 논문은 전영의 석사학위논문 일부를 수정 및 보완한 것임

1. 서론

주거문화에서 한국의 아파트는 단순한 주거유형을 넘어 도시 문화를 대표하는 공간임과 동시에 도시 생활을 담는 가장 중요한 장소가 되었다. 이러한 시점에서 아파트 조경의 가치는 지속적으로 재조명되고 있으며, 도시와 자연, 인간사회의 문제를 해결하는 대안으로 작동하고 있다. 특히 아파트 조경 공간은 시민의 삶과 사회활동이 일어나는 핵심 공간으로 자리하고 있다. 그 중에서도 아파트의 외부공간을 구성하는 주 요소인 조경수목은 주거 공간에 생기를 부여하고 생태환경 기반을 구성하는 중요한 요소라 할 수 있다. 조경수목은 실내외 정원이나 공원, 도로 등의 녹화 및 경관용으로 식재되는 수목을 의미하며, 공간의 미적·건축적·공학적·기상학적 기능 등의 다양한 기능에 이용되는 수목을 의미한다. 주거 공간에 조경수목을 이용하여 특정한 분위기를 형성하고 주거 공간의 고급화, 선진화를 추구하는 경향이 짙어지고 있다. 그뿐만 아니라 조경수목을 이용한 온도저감의 효과를 통해 기후위기에 대처하려는 시도도 등장하고 있다(Park, 2020).

이에 따라 조경수목 유지 및 관리의 중요성이 갈수록 강조되고 있으며, 식재공사의 하자 관리에 대한 이용자의 관심과 요구 수준 역시 높아지고 있다. 하지만 하자를 줄이기 위한 시공사 및 조경 건설 업체들의 다각적인 노력에도 불구하고 조경 수목 하자가 대폭 개선되지 못하고 있는 상황이다. 조경수목은 시공 및 설계, 유지관리 등 업무영역에 의해 복합적인 영향을 받을 수 있다. 그렇기 때문에 조경수목의 하자 여부를 한 가지로 쉽게 규정하기 어려운 부분이 있으며, 이에 따른 원인 및 책임 한계를 규명하는 것 역시 쉽지 않다(Lee and Yu, 2012).

이와 같은 문제를 해결하기 위해 조경 관련 공기업 및 건설업체 등에서는 공동주택 내 조경 지침을 수립하고 지속적인 모니터링을 하는 등 다양한 노력을 하고 있다. 조경수목의 하자를 줄이고 안정적인 수목 식재 및 관리를 위한 지침을 제공하고 있는 것이다. 그럼에도 불구하고 여전히 건설 관련 법령에서는 대부분 하자보수를 위한 보증제도 및 보증기간에 관한 것만 다루고 있어 하자에 대한 법적 분쟁이 발생하는 경우에는 조경 건설 업체의 일방적인 부담이 가중되고 있는 것이 현실이다. 이에 식재공사의 과정보다 관리에 관한 법제화 필요성이 논의되고 있다(Yun et al., 2020). 따라서 본 연구에서는 공동주택을 대상으로 조경수목의 고사 요인을 분석함으로써 조경 현장의 문제를 제대로 반영하지 못하는 정부 지침의 한계를 고찰하고 제도적 개선방향을 도출하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구방법

공동주택 조경 관련 가이드라인 중 『조경공사 및 유지관리 지침』을 검토하여 법적·제도적 기준을 정리하였다. 이 과정에서 사용된 정보는 『조경공사 표준시방서(2019년)』이다. 문헌 연구를 토대로 정부지침에 따른 하자에 대한 기준을 설정하고 조경수목 식재와 하자 관

리에 관한 법적 근거를 살펴보았다.

이론적으로 제시된 자료와 현장 상황을 비교하기 위하여 데이터를 수집 가능한 전국의 아파트 단지 중 2016년과 2020년 사이에 준공된 사례를 집중적으로 확인하였다. 특히 2회 이상 하자보수를 진행한 단지 59개소의 조경수목 식재공사 및 하자보수 관련 자료를 분석하였다. 사례 대상지의 명칭과 조경면적, 공사기간 등은 Table 1과 같다. 본 연구에서는 자연분포와 식재분포를 비교하기 위해 『조경공사 표준시방서』에서 명기하는 식재시기를 기준으로 하여 각 대상지의 행정구역을 구분하였다. 『조경공사 표준시방서』에서 제시한 식재시기는 Table 3에서 확인할 수 있다.

본 연구를 위해 공동주택 59개소에서 하자보수공사 집행 시에 제출한 사업예정공정표와 조경공정표, 조경식재공사 하자현황 및 처리방안을 검토·분석하였다. 이 자료를 통하여 대상지별 하자율, 하자요인별 분석, 하자유형별 분석결과를 도출하였다. 이 중 현장 확인이 가능한 공동주택 10개소를 추려내어 식재 기간과 반입된 수목과 자재 관리 등이 이루어진 현장을 확인하여 분석하였다. 또한, 공정과정 내 시간 관리가 적합하게 이루어졌는지를 확인하였다.

마지막으로 현장직 전문가 심층 인터뷰(Focus Group Interview: FGI)를 진행하였다. FGI는 공사현장에 대한 이해도가 높고 5년 이상의 경력이 있는 전문가를 대상으로 하였다. FGI 대상자인 5인은 최소 6년 이상 조경식재 공사 현장을 경험하였다. 또한 대상지 공사기간과 가까운 2018년부터 2023년 사이에 활동한 경력자이다. 심층 인터뷰 대상 전문가 5인의 구성은 Table 2와 같다. 전문가 심층 인터뷰를 통하여 제도적으로는 제시되지 않은 현실적인 수목 고사의 원인 및 공사현장에서 발생하는 문제점 및 원인을 알아보았다.

본 연구에서는 상대적으로 하자율이 낮은 관목과 초화류보다는 교목과 관련된 문제에 초점을 맞췄다. 따라서 조경수목의 성상은 상록침엽 교목과 낙엽활엽 교목으로 구분하였다. 상록활엽수는 내한성이 약해 주로 남부지방에만 심을 수 있다는 인식이 강하여 식재범위가 좁은 편으로(Park et al., 2015) 대상지 내에서 충분한 비교군을 찾을 수 없었다. 또한 대상지에 낙엽침엽에 해당하는 낙엽송, 낙우송, 메타세쿼이아, 은행나무 등의 조경수가 존재했으나 수량이 적어 비교대상으로 삼지 않았다. 그리하여 분석 대상 수목에서 상록활엽과 낙엽침엽 교목을 제외하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 공동주택 조경공사 유지관리 지침

「공동주택관리법 시행령」에 따르면 수목 고사는 시설공사별 하자에 해당하므로 하자의 범위에 포함된다. 이에 따르면 공동주택에 하자가 발생한 경우에는 담보책임기간 내에 사업주체에게 하자보수를 청구해야 한다. 사업주체는 법 48조 1항에 따라 하자보수를 청구 받

Table 1. Target Site Basic Information

Region	no.	Target Site	Latitude	Height Above Sea Level (m2)	Construction Period	Defect Warranty Period
Middle Northern Area	1	Unjeong New Town IPARK	37.72	34	19.07.03~20.08.37	20.09.01~23.08.31
	2	Byeolnae IPARK	37.66	48	20.07.17~21.03.31	21.04.01~23.03.31
	3	Cheongju Gakyung IPARK	36.62	56	18.10.04~19.05.31	19.06.01~22.05.31
	4	Gileum 2 New Town	37.61	70	18.01.01~19.02.28	19.03.01~22.02.28
	5	Jangwi District 1 Redevelopment	37.62	25	18.09.17~19.07.01	19.07.02~22.07.01
	6	Yeonhee 1st House Reconstruction	37.58	25	18.05.28~19.03.08	19.03.09~22.03.08
	7	Yeongjong Sky City Switzen	37.49	9	19.01.18~19.09.30	19.10.01~22.09.30
	8	Dohwa e-Pyeonhansesang 6-1	37.47	9	17.04.04~18.03.23	18.03.24~21.03.23
	9	Dohwa e-Pyeonhansesang 6-2	37.47	9	17.04.04~18.03.23	18.03.24~21.03.23
	10	Dohwa e-Pyeonhansesang Complex 5	37.47	15	18.01.01~19.02.28	19.03.01~22.02.28
	11	Siheung Baegot New Town Special planning area C4BL	37.36	3	16.12.05~18.03.23	18.03.24~21.03.24
	12	Siheung Baegot New Town Special planning area C5BL	37.36	1	17.06.13~18.12.31	19.01.01~21.12.31
	13	Yeongjong Prugio Xi	37.49	7	18.07.26/19.04.22	19.04.23~22.04.22
	14	Godeok Jugong Complex 3 Arteon	37.56	24	19.04.05~20.03.11	20.03.12~23.03.31
	15	Godeok Jugong Complex 2 Gracium	37.56	25	18.11.25~19.09.30	19.10.01~22.09.30
	16	Suwon SK V1 motors	37.26	30	19.05.27~20.03.31	20.04.01~23.03.31
	17	Seong-Nam SK V1 tower	37.44	110	19.04.30~19.12.31	20.01.01~22.13.31
	18	Secho Hanyang Apartment	37.50	18	18.03.16~18.09.30	18.10.01~21.09.30
Middle Area	19	Giheung Station Area M4 Block Residential-commercial complex	37.27	79	17.02.01~17.12.27	17.12.28~20.12.27
	20	Dongtan 24th A46B Geumgang Penterium	37.19	90	17.04.10~18.07.27	18.07.28~21.07.27
	21	Gaepo Jugong 2	37.48	32	17.10.26~19.05.31	19.06.01~22.05.31
	22	Incheon Seochang District 2 10BL Apartment	37.43	8	18.03.20~17.06.30	17.07.01~20.06.30
	23	Dapsimni Park Xi (Seoul)	37.57	15	18.03.12~19.01.31	19.02.01~22.01.31
	24	e-Pyeonhansesang Sema 2nd	37.20	25	17.07.27~18.04.30	18.05.01~21.04.30
	25	Shindongtan SK VIEW Park 2nd	37.22	37	16.08.17~17.09.25	17.09.26~20.09.25
	26	Geumgang House Uijeongbu Geumgang Penterium	37.75	60	16.04.11~17.03.10	17.03.11~20.03.10
	27	Ansan Gunja jugong Complex 6	37.33	20	19.03.29~20.03.31	20.04.01~23.03.31
	28	SK Forest Ansan La Primo	37.33	13	19.03.27~20.01.31	20.02.01~23.01.31
	29	Gwangju Taejeon District 3	37.39	57	17.02.28~17.11.30	17.12.01~20.11.30
	30	Dapsimni District 18	37.57	16	17.08.21~18.06.30	18.07.01~21.06.30
	31	Cheonan Buldang Gwell City Prugio Complex 1	36.81	37	17.03.14~18.01.26	18.01.27~21.01.26
	32	Cheonan Buldang Gwell City Prugio Complex 2	36.81	37	17.04.24~18.01.29	18.01.30~21.01.29
	33	Daewoo E&C Sejong Gwell Prugio	36.49	33	18.12.18~19.05.31	19.06.01~22.05.31
	34	Pyeongtaek Vision Gwell Prugio	37.00	30	18.06.15~19.01.25	19.01.26~22.01.25
	35	Chungju City Xi	37.03	70	17.03.10~17.11.30	18.03.01~20.11.30
	36	Pyeongtaek Sosabeol District B1BL	37.01	23	18.06.29~19.05.31	19.06.01~22.05.31
	37	Cheongju Well City Prugio	36.64	45	19.05.23~19.10.02	19.10.03~22.10.02
	38	Gwanggyo SK VIEW LAKE	37.29	53	18.12.19~19.12.31	20.01.01~22.12.31
	39	Yeokbuk Gwell Prugio	37.23	125	17.02.03~17.11.24	17.11.25~20.11.24
	40	Hyundai Central Ansan Hillstate	37.32	8	18.01.02~18.12.31	19.01.01~21.12.31
	41	Gwacheon Jugong 7-2	37.43	40	17.10.10~18.09.30	18.10.01~21.19.30
	42	Hillstate Lake Songdo Integrated (11BL&13BL)	37.40	-9	18.08.22~19.06.27	19.06.28~22.06.27
Southern Area	43	Godeok Raemian Hillstate	37.56	34	16.04.14~17.02.27	17.02.28~20.02.27
	44	Dongdaemun Jangan-dong Tenement Complex	37.58	12	19.03.20~19.10.31	19.11.01~22.10.31
	45	Bangbae Art Xi	37.48	43	18.04.09~18.10.31	18.11.01~21.10.31
Southern Coast Area	46	Hyochang-dong APT	37.55	63	18.10.12~19.04.30	19.05.01~22.04.30
	47	Indeok IPARK	37.63	20	19.03.19~19.10.31	19.11.01~22.10.31
	48	Gwanggyo IPARK	37.27	50	18.03.26~18.09.30	18.10.01~21.09.30
	49	Pyeongtaek Sosa District 2	36.99	20	18.10.01~19.09.03	19.10.01~22.06.30
	50	Cheonan Dujeong Hyojeong APT	36.83	60	19.04.15~20.07.31	20.05.01~23.06.30
	51	Sinjeong New Town IPark We've	37.52	18	19.06.13~20.04.30	20.05.01~23.04.30
	52	Sagajeong Central IPARK	37.58	16	19.09.04~20.07.31	20.08.01~23.07.31
	53	Booyoung House Gyeongsansa-dong 2-3 blocks	35.81	95	19.04.19~19.07.30	19.08.01~22.07.30
	54	Booyoung House Gyeongsansa-dong 2-2 blocks	35.81	102	19.12.03~20.04.28	20.04.29~23.04.28
	55	Apartment complex in Yeonje-dong, Gwangju	35.20	40	19.04.17~20.05.31	20.06.01~23.05.31
	56	Saemangeum Industrial Complex Section 2	35.95	1	17.02.13~19.12.20 19.12.20~	19.12.21~21.12.20
	57	Songjeong Gwell Prugio	35.60	35	19.05.23~19.09.26	19.09.27~22.09.26
	58	Busan Gaegeum-dong Geumgang Penterium	35.10	0.1	18.02.28~18.10.22	18.10.23~21.10.22
	59	Busan Myeongji C2 Block Booyoung Apartment	35.08	2	18.08.01~19.01.28	19.01.29~22.01.28

Table 2. Focus Group Interview(FGI) participant composition

No.	Participant	Job type	Work experience	Date of the interview
1	Expert A	Construction industry worker-Executives	19Years or More	2023.06.16
2	Expert B	Construction industry worker - Field management	23Years or More	
3	Expert C	Construction industry worker - Field management	18Years or More	
4	Expert D	Construction industry worker - Field management	6Years or More	
5	Expert E	Construction industry worker - Field mnagement	11 Years or More	

은 날부터 15일 이내에 하자를 보수하거나 각 하자보수에 대한 사항을 명시한 하자보수계획을 입주자대표회의 또는 임차인에게 서면으로 통보하고 그 계획에 따라 하자를 보수해야 한다.

한편 「조경진흥법」 제14조 및 동법 시행규칙 제7조에서는 조경공사의 품질향상을 위해 준공 후 사후관리 등의 필요한 대책을 수립하도록 구체적으로 명시되어 있다. 공동주택의 경우 「공동주택관리법」, 공원녹지의 경우 「건설사업기본법」에 따른 하자담보책임기간이 규정되어 있다. 이 중 공동주택은 공공주택관리법 시행령 제36조(담보책임기간)에서 공동주택 내 조경공사의 담보책임기간을 3년으로 명시하고 있다. 또한 『조경공사 표준시방서』를 통해 식생 및 시설물별로 유지관리의 규정이 명시되어 있다. 건설사는 이러한 내용들을 자세히 검토하여 통합시스템을 구축할 때 항목을 구분하여 유지관리를 하도록 하고 있다. 이와 관련한 법적 제도 및 지침을 자세히 살펴보면 다음과 같다.

3.1.1 조경공사 표준시방서

국토교통부에서 제정한 『조경공사 표준시방서』에서는 고사목 판정기준, 판정자, 하자보수 의무시점 및 이행방법, 하자보수 수목의 규격기준, 하자보수 대상, 지급품을 식재하는 경우에 대한 구체적인 내용들을 규정하고 있다. 식재공통 항목에서는 식물재료의 굴취, 운반, 식재 등의 공정을 포함하여 정원이나 공원, 녹지 등의 외부 공간 및 구조물과 관련된 조경공간의 식재공사에 적용하는 내용을 담고 있다. 본 연구는 2019년 7월 26일 개정판을 참고하였다.

조경을 목적으로 수목을 식재하는 경우 정부에 수종

과 규격, 수량 및 산지 등의 사항이 명기된 수목반입계획서, 식재지의 토양 관련 시험, 검사, 확인 보고서, 기타 부자재의 견본 혹은 제품시방서를 제출하게 되어 있다. 또한 식물재료가 현장에 도착하는 즉시 검사를 시행한 이후에 반입 및 시공이 가능하며, 필요한 경우 원산지 검사를 하는 경우도 있다. 또한 반입하여 당일 식재하지 못한 경우에는 잎과 뿌리 등의 건조를 방지하기 위하여 강한 바람이 없고 햇볕이 차단되고 배수가 양호한 곳에 보관하도록 지정하고 있다. 「식재기반 조성 KCS 34 30 10」에서는 조경 현장에서 사용하는 표토의 조건을 제시하고 있다. 표토는 양질의 현장발생표토나 반입표토를 사용해야 하며, 부적합 토양의 경우에는 식재공사에 적합한 수준으로 개량해야 함을 명시하고 있다. 표토는 pH 5.5~7.0, 유기함량 2%이상의 양질토사로 0.3m까지의 깊이에 분포하는 것을 대상으로 한다. 또한 표토의 채취 장소는 계약도면에서 지정된 장소여야 하는데 만약 채취장소가 명시되지 않아 수급인이 선정하는 경우에는 개취 전에 공사감독자의 승인을 받아야 한다. 식재 하부 용토는 유해물질이 포함되지 않은 75 μ m 통과량 25%이하, 자갈의 최대치수 0.05m 이하인 양질의 토사를 사용해야 한다. 또한 「식재공통 KCS 34 40 05」에서 표준 식재지 토양의 구성비를 제시한다. 식재지 토양은 배수성과 통기성이 좋은 입단구조로 일정 용량 중 토양입자 50%, 수분 25%, 공기 25%의 구성비를 가져야 한다. 토양은 식물의 생육에 큰 영향을 끼치며, 배수를 원활하게 하는 중요한 요소이기 때문에 수급인은 간이 토양검사로 식재지역 및 반입토양의 식재 적합도를 확인하고 그 결과를 공사감독자에게 제출해야 한다.

가식에 대해서도 기준을 정하고 있는데 배수가 양호하고 평탄하며, 바람의 영향이 적은 장소에 가적치 해

Table 3. Criteria for determining timely planting

Categorization	Administrative district	Optimal planting time
Middle northern area	Northern Gyeonggi-do, Gangwon-do	03.20~05.25 09.25~11.20
Middle area	Southern Gyeonggi, Seoul, Incheon, Chungcheongbuk-do, Northern Chungcheongnam-do, Northern Gyeongsangbuk-do	03.10~05.20 10.01~11.30
Southern area	East coast, Southern Chungcheongnam-do, Daejeon, Jeollabuk-do, Jeollanam-do, Gwangju, Southern Gyeongsangbuk-do, Daegu, Gyeongsangnam-do, Ulsan	03.01~05.15 10.05~12.10
Southern coast area	East coast of the Jeollanam-do and Gyeongsangnam-do, Busan and Island Area	02.20~05.10 10.10~12.20
JEJU	JEJU	02.10~05.05 10.20~01.10

Source : KDS 34 40 05 <Planting Common Facts>, p.3.

야한다. 만약 적절한 장소의 선정이 곤란하다면 방재나 배수처리 대책을 강구해야 함을 명시하고 있다. 가적치의 최적두께는 1.5를 기준으로 하며 최대 3.0m를 초과하지 않아야 한다. 식재시기에 대한 기준은 Table 3과 같이 규정하고 있다.

지역에 따라 식재시기가 약간 다르지만 6월과 7월을 극서기, 12월과 1월을 극한기로 설정하여 전국적으로 수목식재를 금지하고 있음을 알 수 있다. 만일 공사 준공 일자로 인해 불가피하게 식재 부적기에 식재해야 하는 경우에는 공사감독자의 승인을 받아서 식재공사를 시행해야 하는데 이 때 발생하는 문제에 대비하여 필요한 수목 양생조치를 추가적으로 실시해야 한다. 또한 부적기 식재로 인해 추가되는 비용은 원인제공자가 부담해야 한다.

식생의 유지관리 내용은 「식재유지관리(KCS 34 99 10)」에서 찾아볼 수 있다. 조경공간에 식재된 수목 및 지피, 초화류의 유지 관리에 관한 내용으로서 식재 후 관리와 준공 후 유지관리로 나누어 볼 수 있다. 식재 후 관리의 적용 범위는 식재 후 준공까지로서 관수, 전정, 수간보호, 월동준비, 병충해 구제, 시비 및 약재 살포, 멸칭 및 차광막 설치, 고사목의 처리까지 포함된다. 준공 후 유지관리의 적용 범위는 식재공사 준공 이후 일정기간 적용된다. 관리내용은 전정, 제초, 잔디깎기, 잔디시비, 땃밥주기, 수목시비, 방충해 방제, 배수 및 관수, 지주목 재결속, 월동작업, 옥상토양 관리, 소생물 서식공간 관리(옥상관리) 등이다.

식재할 수목재료가 지급되는 공사에 한해서는 다음 Table 4와 같은 고사율에 따른 보수 의무를 갖는다. 수관부 가지의 2/3 이상이 마르거나 지엽(紙葉) 등의 생육상태가 회복하기 어려울 정도로 불량하다고 인정되는 경우에는 고사된 것으로 간주한다. 식재의 하자보수는 하자가 확인된 차기의 식재 적기 만료일 전까지 이행해야 하며, 식재종료 후 검수를 받아야 한다. 하자보수 의무

의 판단은 고사확인 시점을 기준으로 한다. 수목재료가 지급되는 공사의 경우에는 법정하자보수기간 내에 고사목에 발생했을 때에 수급인이 식재수목의 고사율에 따라 수목재료를 확보하여 보수해야 한다.

만약 발주자가 조경공사에 활용하기 위해서 기존의 수목을 가식장에 이식하여 관리한 수목의 경우에는 뿌리돌림, 굴취 및 식재 여건이 다양하기 때문에 공사시방서에 따른다고 기록하고 있다. 다만 기준을 정하지 않았을 때에는 발주자와 수급인 쌍방의 합의 하에 Table 4의 기준을 적용할 수 있다.

이밖에 수급인이 아니더라도 가목이나 혹서기에는 관리주체도 ‘유지관리계획서’에 준하여 최소한의 관리를 실시해야 하며, 전쟁, 내란, 폭풍 등의 사태나 자연재해, 인위적인 사고, 준공 후 유지관리비용을 지급하지 않은 상태에서 혹한, 혹서, 가뭄, 염해 등으로 발생한 고사의 경우에는 하자보수가 면제된다고 명시하고 있다.

식재 시공을 위해서는 공사착공 이전에 시공지의 전기, 급수·배수시설, 공사여건 등을 면밀히 조사해야 하며, 건축물 및 구조물과 관련된 조경공간의 식재공사는 공사 전 건축물 및 구조물의 하중에 대한 안전성 검토를 선제적으로 시행해야 한다. 식재구덩이는 식재 당일 굴착해야 하며, 수목의 운반과 식재는 최대한 단기간에 마쳐야 한다. 식재 후에는 물받이가 손상되지 않도록 주의하여 충분히 관수해야 하고 수목 식재 후에는 수형을 정리하고 바람직한 성장을 유도하기 위하여 정지·전정해야 한다고 규정한다. 이에 부합하지 않는 식재 시공은 반드시 관리감독자의 검사와 검토를 충분히 거친 후에 이루어져야 한다.

3.1.2 조경 설계기준

「조경설계기준(KCS 34 00 00)」은 일반식재부터 수목식재, 조경 동선과 녹화부분에 대한 기준을 제시한다. <일반식재기반>에서는 설계고려사항으로 토양,

Table 4. Obligation to repair the materials of trees paid according to the mortality rates of planting trees

Tree defect standard rate	Duty of remuneration
Less than 10%	Exemption from all defect repairs
10% or More to Less than 20%	Only 10% or More will be repaired as supplies.
More than 20%	10-20% of the amount shall be repaired as a supply. More than 20% of the amount shall be repaired by the contractor with trees of the same standard or higher.

Source : KDS 34 40 05 <Planting Common Facts>, p.4.

Table 5. Depth of plant growth soil

Type of plant	Minimum subsistence soil depth(cm)			Minimum soil depth of growth(cm)		The thickness of the drainage layer
	Artificial soil	Natural soil	Mixed soil (50% Artificial soil standard)	Soil grade medium or higher	Soil grade higher or higher	
Grass/Flowers	10	15	13	30	25	10
Small shrub	20	30	25	45	40	15
Large shrub	30	45	38	60	50	20
Shallow-rooted tree	40	60	50	90	70	30
Deep-rooted tree	60	90	75	150	100	30

Source : KDS 34 30 10 <General Planting Base>, p.2.

배수, 식물의 생육토심의 기준을 제시하고 있다. 조경용 식물의 생육에 필요한 토양의 깊이는 Table 5와 같다.

그뿐만 아니라 토양의 화학적·물리적 특성 평가 항목과 평가기준을 정하고 있어 각 항목에 해당하는 분석을 필요로 한다.

「수목식재(KCS 34 40 10)」는 수목식재의 원활한 기능유지를 목적으로 수목의 식재유형과 기능, 재료 등과 이식 전 준비사항, 뿌리돌림, 굴취, 운반 등의 이식설계 규정, 유지관리 침 기타 이식에 따른 제반 설계사항을 포함하는 내용을 담고 있다. 식재기능의 요구 시기는 ‘완성형’, ‘반완성형’, ‘장래완성형’으로 구분하는데 주거지나 학교 및 병원은 ‘완성형’으로 분류되며, 주거지역의 경우에는 대상지역의 상황에 따라 형식을 결정하게 되어 있다. ‘완성형’의 식재기준은 100m²당 교목 13주(3.5~5m 간격), 소교목 16주(화목 포함), 관목 66주(2~3주m) 및 묘목(식재지의 환경조건에 따라 필요한 양)이다.

식재 후 관리는 관수, 전정, 수간보호, 월동준비, 병충해 구제, 시비 및 약제 살포, 멀칭 및 차광막설치, 고사목 처리로 분류된다. 상록활엽수는 상시 전정할 수 있으나 상록침엽수는 5월 초·중순에 전정해야 하며, 낙엽활엽수는 6월 이전 또는 낙엽이 떨어진 후에 전정해야 한다. 화목류는 개화가 끝난 직후 유실수는 싹트기 전 이른 봄으로 전정시기가 각기 달라 식재 후 관리가 용이하지 않을 것으로 예상되었다. 관수 및 배수 시기와 방법도 구체적으로 명시하고 있다. 관수는 수관폭의 1/3정도 또는 뿌리분 크기보다 넓게 높이 0.1m 정도의 물받이를 흙으로 만들어 물을 주어야 하며, 지표면과 엽면관수로 구분하여 실시해야 한다. 유지관리계획서에 따라 관수해야 하며, 가뭄 시에는 1주에 2~3회 관수해야 한다. 배수 처리 역시 토양의 통기성을 유지할 수 있도록 관리해야 하며, 배수관련 시설의 점검이 지속적으로 이루어져야 한다. 장마철 및 폭우 시에 배수구에 이물질이 들어가지 않도록 관리해야 한다. 식재 준공 이후 관리주체가 식생을

유지관리하기 위해 담당해야 할 구체적인 사항에 대하여 기록하고 있다고 할 수 있다.

3.2 교목 하자현황 및 고사 원인 분석

3.2.1 수목 하자현황

59개 조사대상 아파트의 조경수목 총 70,508그루 중 상록교목은 31,436주, 낙엽교목은 39,072주로 확인되었다. 수도권에 식재된 상록수와 낙엽수의 평균 식재수량 비율이 3.5:6.5임을 고려하였을 때(Ahn & Jeong, 2022) 낙엽교목의 식재 수량이 비교적 많은 것을 알 수 있다. 본 연구의 목적은 수중에 따른 하자발생현황과 관리방식을 검토하고자 한 것이기 때문에 식재수량이 적은 교목은 적절한 비교와 분석을 위하여 생략하였으며, 규격에 구별을 두지 않고 수종별로 하자율을 분석하였다. 그 결과 상록교목의 경우 11.95%, 낙엽교목의 경우 18.91%의 평균적 하자율을 확인할 수 있었다. 자연수목의 하자발생률을 10%로 보았을 때 공동주택 내의 조경수목의 하자발생률이 지나치게 높은 편이 아니라는 점을 확인할 수 있다.

상록교목 중에서는 스카이크릿향나무가 70%의 하자율을 보여 가장 높은 하자율을 기록하였지만 식재수량 자체가 많지 않기 때문에 적절한 비교 대상이 되지 못한다. 조사한 상록교목에서는 반송(18.89), 전나무(14.57), 소나무(11.98), 주목(11.68), 스트로브잣나무(11.42), 측백나무(9.04)의 순으로 높은 하자율을 기록하였다. 낙엽교목은 자작나무(41.16), 때죽나무(35.05), 느티나무(31.34), 계수나무(30.49), 감나무(30.39), 목련(28.36), 산딸나무(28.01), 공작단풍(25.90), 배롱나무(24.56), 모과나무(23.97), 상수리나무(21.68), 산수유(20.47), 팔배나무(18.01), 모감주나무(17.58), 매화나무(17.30), 청단풍(16.01), 마가목(15.78), 복자기(14.39), 왕벚나무(11.05), 꽃사과나무(10.42), 대왕참나무(8.74), 팽나무(3.34) 순으로 높은 하자율을 보였다.

Table 6. Status of evergreen tree defects in the target site

Types of trees	Scientific name of tree	Defect status			Major causes of defects by tree type
		Planting quantity	Defect quantity	Defect rate(%)	
Evergreen tree	<i>Pinus densiflora</i> for. <i>multicaulis</i> Uyeki	434	82	18.89	
	<i>Abies holophylla</i>	7,429	1,083	14.57	·Tree roots were frozen due to planting in December (Inadequate planting). ·Root voids due to soil subsidence. ·Bad root extraction. ·Poor drainage.
	<i>Pinus densiflora</i>	5,832	699	11.98	·Root voids due to soil subsidence. ·Planting before soil consolidation stabilization. ·Tight construction period. ·Poor drainage. ·Etc. (Suspected damage due to moving vehicle.)
	<i>Taxus cuspidata</i>	4,682	547	11.68	·Poor irrigation.
	<i>Pinus strobus</i>	6,987	798	11.42	·Root voids due to soil subsidence. ·Planting before soil consolidation stabilization. ·Tight construction period. ·Poor irrigation.
	<i>Thuja orientalis</i>	6,072	549	9.04	
	Total	31,436	3,758	11.95	

Table 7. Status of deciduous tree defects in the target site

Types of trees	Scientific name of tree	Defect status			Major causes of defects by tree type
		Planting quantity	Defect quantity	Defect rate(%)	
Deciduous Tree	<i>Betula platyphylla</i>	724	298	41.16	·Tree roots were frozen due to planting in December(Inadequate planting)
	<i>Styrax japonicus</i>	542	190	35.05	·Root damage caused by replanting ·Tree roots were frozen due to planting in December(Inadequate planting)
	<i>Zelkova serrata</i>	2,629	824	31.34	·Bad rooting of imported trees ·Root voids due to Soil subsidence ·Planting before soil consolidation stabilization ·Tight construction period
	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	669	204	30.49	·Root damage caused by replanting. ·Damage to the supporting neck
	<i>Diospyros kaki</i>	635	193	30.39	·Poor irrigation.
	<i>Magnolia kobus</i>	1,255	356	28.36	
	<i>Cornus kousa</i>	1,942	544	28.01	·Tree roots were frozen due to planting in December(Inadequate planting) ·Poor irrigation ·Replanting during construction
	<i>Acer palmatum</i> var. <i>dessoctum</i>	386	100	25.9	·Replanting during construction ·Poor irrigation
	<i>Lagerstroemia indica</i>	2,500	614	24.56	·Tree roots were frozen due to planting in December(Inadequate planting) ·Poor drainage
	<i>Chaenomeles sinensis</i>	659	158	23.97	·Tree roots were frozen due to planting in December(Inadequate planting) ·Poor drainage(Poor soil quality) ·Replanting during construction
	<i>Quercus acutissima</i>	1,508	327	21.68	
	<i>Cornus officinalis</i>	1,001	205	20.47	·Poor irrigation ·Root voids due to soil subsidence ·Tight construction Period
	<i>Sorbus alnifolia</i>	938	169	18.01	·Root damage caused by replanting ·Damage to the supporting neck ·Root damage caused by replanting ·Tree roots were frozen due to planting in December(Inadequate Planting) ·Poor irrigation
	<i>Koelreuteria paniculata</i>	836	147	17.58	
	<i>Prunus mume</i>	1,728	299	17.3	·Replanting during construction
	<i>Acer palmatum</i>	9,056	1,450	16.01	·Tree roots were frozen due to planting in December(Inadequate planting) ·Replanting during construction
	<i>Sorbus commixta</i>	1,102	174	15.78	·Permanent shade ·Poor drainage ·Replanting during construction
	<i>Acer triflorum</i>	1,160	167	14.39	·Damage to the supporting neck ·Tree roots were frozen due to planting in December(Inadequate Planting)
	<i>Prunus yedoensis</i>	5,248	580	11.05	·Root voids due to soil subsidence ·Bad root extraction ·Planting before soil consolidation stabilization ·Tight construction period ·Damage to the supporting neck
	<i>Malus floribunda</i>	1,908	199	10.42	·Poor irrigation
	<i>Quercus palustris</i>	1,898	166	8.74	·Tree roots were frozen due to planting in December(Inadequate planting) ·Damage to the supporting neck
	<i>Celtis sinensis</i>	748	25	3.34	·Poor drainage
Total		39,072	7,389	18.91	

하자율의 수치상으로는 큰 상록교목과 낙엽교목의 차이가 크지 않은 것처럼 보이지만 식재 수종의 수량에 차이가 있고 각 수종마다 식재수량에 비해 하자수량이 높게 나타나는 것은 낙엽교목 쪽이라고 할 수 있다. 이를 통해 상록교목보다 낙엽교목의 수목식재의 조건이나 기간이 더욱 까다롭고 시기를 맞추기에 어려움이 있을 것으로 예상할 수 있다.

3.2.2 주요 하자 원인 분석

본 연구에서는 조경시공 전문가 5인을 대상으로 인터뷰를 한 결과 공통적으로 유의미한 대답을 얻을 수 있었다. 전문가 5인은 공통적으로 공동주택 내 수목 고사의 주요 원인으로 기후변화에 따른 문제를 가장 먼저 언급했지만 인터뷰를 진행하는 과정에서 결국 공사기간의 촉박함, 조경공사에 대한 배려 부족과 인식 부족을 가장 중요한 요소로 꼽았다. 공사기간의 촉박함은 조경공사의 모든 일정과 과정에 차질을 일으켰다. 이를테면 관수 및 영양공급의 불충분, 수목 재이식 과정에서 성급한 굴취로 인한 수목 상해 및 스트레스로 인한 병충해 발생, 부적기 식재, 공사 당일 수급한 수목의 미식재, 토양안정화 실패, 예방과 추후 조치의 미비 등이 모두 공사기간의 촉박함으로부터 기인한 수목 고사의 원인이 되었다.

실제 대상지에서 추출한 수목 하자의 주요 원인 역시 인터뷰 내용과 동일하다는 사실을 알 수 있다. 각 대상지별 수목 고사의 공통적 원인이자 가장 많은 비중을 차지하는 원인은 공사기간 촉박으로 인한 부적기 식재와 배수 시스템의 불량 혹은 관수의 불충분, 수목 식재의 변경 및 수목 재이식, 식재기반 조성의 불충분의 결과로 확인할 수 있었다. 대상지 중 대표적인 10곳을 선정하여 주요 하자 원인과 그 조치사항을 정리한 바는 Table 8과 같다.

가) 부적기 식재

대상지 10개소의 식재본수 30,770개 중 총 하자 수량은 4,525이다. 이 중 부적기 식재로 조사 대상지에서 총 1,114개의 수목이 고사하여 하자원인의 24.61%를 차지했다. 부적기 식재로 인한 수목 고사는 수목의 특성에 맞지 않은 식재기간으로 인한 하자발생이라 할 수 있다. 수목생리학적으로 수목의 이식적기는 뿌리 활동이 적은 시기이며, 뿌리 생육시기 전 기온이 5°C 이상인 봄, 낙엽이 지기 시작하고 뿌리의 생육이 멈추는 시기부터 일평균 기온이 5°C인 가을 사이가 수목식재의 적기이다(Jung, 2020). 『조경공사 표준시방서』의 「식재공통(KCS 34 40 05)」에서도 적기 식재의 중요성을 명시하고 있으며, 그 시기는 Table 3과 같다. 만약 공사 여건상 공

Table 8. Major causes of defects in the target site

Target Site (Number of defects handled)	Number of plantings	Defect rate by cause*(%)					Major cause of defect and defect handling matters
		Sum	1	2	3	4	
Sagajeong central IPARK(2)	2,047	13.04	8.11	1.90	1.47	1.56	·Tree roots were frozen due to planting in December(Inadequate planting) ·Improper planting period ·Tight construction period.
Cheongju Gakyung IPARK(2)	1,698	25.20	19.02	2.00	0.70	3.47	·Tree roots were frozen due to planting in December(Inadequate planting) ·Improper planting period ·Tight construction period.
Unjeong new town IPARK(4)	9,212	13.28	4.07	2.20	2.10	4.90	·Tight construction period. ·Root voids due to soil subsidence.
Indeok IPARK(2)	1,124	18.51	0	6.94	2.67	8.90	·Planting before soil consolidation stabilization ·Root voids due to soil subsidence. ·Lack of irrigation due to short construction period
Byeolnae IPARK(1)	569	17.57	0	9.31	4.92	3.34	·Failure to perform maintenance of irrigation maintenance ·Poor drainage.
Gwanggyo IPARK(4)	1,382	28.15	0.65	16.71	4.56	6.22	·Poor irrigation. ·Planting before soil consolidation stabilization ·Tight construction period. ·Root voids due to soil subsidence.
Pyeongtaek Sosa District(5)	6,130	11.86	2.81	5.77	2.37	0.91	·Poor irrigation and poor drainage. ·Drought. ·Planting again after removing dead trees. ·Maintenance of drainage channels.
Cheonan Dujeong Hyojeong APT(5)	2,790	6.85	3.41	3.12	0.32	0	·Dry and drought damage due to planting in Summer. ·Poor drainage during the rainy season. ·Re-remediation of dead tree and management of irrigation. ·Maintenance of drainage channels.
Uiwang Baekun Complex 1(6)	3,726	18.41	4.94	9.88	1.88	1.72	·Damage caused by dry weather in Winter. ·Planting again after removing dead trees.
Sinjeong new town IPark We've(6)	2,092	6.02	3.44	0	0	2.58	·Pine trees used to save budget die. ·Tight construction period.

*Note: Cause 1; Improper planting, Cause2; Poor drainage and irrigation, Cause3; Alteration of tree planting and re-planting trees, Cause4; Lack of planting foundation.

사 준공 일자에 맞게 식재하지 못하는 경우에는 공사감독자의 승인을 받아 식재를 시행할 수 있게 되어 있으나 부적기에 필요한 수목양생조치를 추가적으로 실시해야 한다. 혹서기 건조피해로 고사목이 다량 발생한 의왕백운 아파트에서는 동절기 공사 시에 낙엽교목에서 높은 하자율을 보였다. 청단풍은 겨울 식재로 인한 뿌리 공극으로 인한 고사가 62%, 매화나무가 40%, 때죽나무가 36%, 꽃사과가 33%의 하자율을 보였다. 혹한기에 식재한 경우에는 동해 방지 및 보습, 동해가 일어났을 때를 예방한 토양고결을 예방하기 위한 멀칭재료를 포설해야 하며, 숙근 지피류는 필요한 경우 하절기에 직사광에 노출되어 생육장애가 발생하지 않게 하기 위해 차광막 등을 설치하여 고사를 예방해야 한다.

또한 토양해빙 후 충분한 토양품질을 개선하지 못하는 경우에는 수목의 뿌리분이 고사하여 뿌리가 부패하면서 뿌리와 흙 사이에 공극이 발생한다. 이 때 봄철 충분한 관수와 보양이 필요하다. 뿌리가 충분히 활착하지 못하면 추후 풍해 피해를 받기 쉬운 상태가 된다. 그러나 부적기 식재를 하면 수목양생조치를 충분히 시행하기 이전에 하자가 발생하는 경우가 많아 하자조치를 취해야 하는 상황이 발생하는 경우가 많았다는 것을 알 수 있다.

나) 배수·관수 불량

조사대상 지역의 주요 하자 원인 중 가장 높은 비중을 차지하는 것은 배수·관수불량으로 드러났다. 배수불량으로 발생한 하자 수목은 563개로 하자수량의 12.44% 가량을 차지하며, 관수불량으로 발생한 하자 수목은 902개로 하자수량의 19.93%를 차지하였다.

모든 식물은 수분에 직접적인 영향을 받으며, 수분함량에 따라 대사활성에 제한을 받는데 토양은 수분저장과 양분을 공급하면서 식물의 뿌리와 생육에 영향을 미친다. 따라서 식재공사에서 배수와 관수 시설의 철저는 하자발생을 줄이기 위한 필수적인 요소라 할 수 있다. 배수 불량으로 인해 식재목의 생육불량, 엽록소함량 감소, 수목건강도의 하락 등의 피해가 발생한다.

배수·관수불량의 원인은 기능성파이프의 미적용, 척박지 토양과 배수불량 식재기반 내 식재 설계 등의 여러 요인에서 찾을 수 있다(Park et al., 2014). 『조경공사 표준시방서』의 「식재기반 조성(KCS 34 30 10)」에서 표면배수와 심토층배수, 토양경도화에 관한 기준을 제시하고 있다. 표면유수가 집수시설로 들어갈 수 있도록 일정한 기울기를 주어야 하며, 타 지역의 유수가 유입되지 않도록 조치하고, 필요한 경우 잔디밭에 배수로를 설치할 것을 권유하고 있다. 또 심토층 배수를 위하여 생육심도와 지하수의 높이를 고려하여 식재해야 하며, 정체수를 방지하기 위해 심토층의 배수시설을 도입해야 한다. 따라서 토양의 생육심도를 일정하게 유지하는 것이 배수하자를 줄이는 방법 중 하나라 할 수 있다. 마지막으로 토양의 경도를 측정하여 맹암거 배수, 토양치환의 대책을 수립한 후 시공해야 한다. <식재 후 관리>

에서도 배수 관리에 대한 지침을 내리고 있다. 관수에 대한 지침도 명확하다. 혹서기 및 장기가뭄 시에는 관수를 실시하며, 수분증발을 억제하고 오염물질 제거를 목적으로 잎 세척을 위한 엽면 관수를 실시한다. 전문적인 관리인이 토양의 보습상태를 점검하여 필요시 추가적으로 관수해야 한다. 혹서기 식재가 이루어진 경우에는 봄철 관수가 필수적이다. 그러나 실제 현장에서는 여러 요인으로 인해 배/관수의 관리가 미흡하게 이루어지는 경우가 빈번하게 발생하고 있음을 알 수 있다. 결과적으로는 시공사가 배수 관리에 사용해야 하는 시간적·재정적 문제가 있으며, 사전 정비 방법이 미흡하다는 사실을 알 수 있다.

다) 수목 식재의 변경 및 수목 재이식

본 연구에서는 공사 시에 기존에 예정된 나무가 아닌 수목이 반입되어 식재하는 경우가 많다. 이는 촉박한 공사일정으로 인하여 수목의 수급이 어렵거나 수급이 빠른 수목으로 변경 식재하여 고사하는 경우가 있다. 조사 대상지에서 수목 식재의 변경이나 수목재이식으로 인하여 발생한 고사 수목은 768개로 하자율의 16.97%에 해당하였다.

전문가 D씨(조경업 6년)는 발주처와 관리자들이 하루에 식재할 수목만큼 수목을 발주하지 않고 100주 단위로 수목을 들여오고 있음을 문제 삼았다. 현장에서 하루에 100주 단위로 수목 식재를 할 수 없음을 인지하고 있음에도 불구하고 경제적·시간적 문제로 인해 현장의 상황을 고려하지 않는 것이라 할 수 있다. 이 때문에 수목의 컨디션을 유지하기 위하여 수목 구덩이를 파거나 차양막을 설치하는 등 부수적인 노력을 더 투입하게 되며, 이러한 조치에도 수목의 컨디션을 최상으로 끌어올릴 수 없다는 문제가 나타난다. 결국 뿌리분 관리를 제대로 받지 못한 수목은 식재를 한다고 하더라도 급세 고사된다.

이는 식재지의 음영분석 및 기후 여건을 고려하지 않고 식재한 결과로 무리한 수목 식재 문제의 일환으로 볼 수 있다. 수목재이식을 하는 경우에는 공사비와 공사시기의 일정에 맞추기 위해 무리하게 수목을 식재하거나 단지 내 방치하게 되는 경우가 있다. 무리한 수목 이동과 식재로 인한 뿌리분 파손이나 단지 내 방치로 인한 뿌리 마름 현상을 확인할 수 있다. 인터뷰에 참여한 전문가들 역시 수목재이식의 고사율이 높다고 인식하는 경향이 많았다. 수목재이식의 경우 수목 굴취와 이동, 보관, 재식재 등의 복잡한 과정을 거쳐야 하며, 그 사이에 예민한 수목의 컨디션을 유지해야 한다는 문제가 있다. 하지만 급한 공정과정에서 수목의 상태를 유지하기 어렵다는 의견을 들을 수 있었다. 전문가 C씨(18년 경력)는 1년 미만 식재되어 있던 나무를 재이식 하는 경우에는 기본적으로 10~15%이상의 고사율을 보였다고 언급하였으며, 급하게 재이식을 하는 과정에서 뿌리분 관리가 제대로 되지 않아 뿌리 손상을 입게 되는 것이 문제라

Table 9. Death of trees due to poor drainage and irrigation

Target site / Date	Sagajeong Central IPARK / 2023.05.21.	Cheonan Dujong Hyejeong APT / 2022.09.20
Types of tree / Situation	Prunus yedoensis / 3rd investigation of defects	Prunus yedoensis / 5th investigation of defects
Cause of defect	Drainage defect / Root decay	Bad Soil / Drought damage
Photo		

고 지적하였다. 전문가 D씨는 수목재이식으로 인한 고사 비율을 50%라고 언급하면서 역시 뿌리분 손상과 이 동시에 발생하는 수목 스트레스, 10년 이상 식재되어 있던 고령의 나무는 새로운 지역에 활착하지 못하는 문제 등이 있다고 언급하였다. 그밖에도 이동한 수목을 당일 식재하지 못하는 문제로 뿌리분 건조로 인한 고사, 뿌리분 공극의 문제가 발생함을 지적하였다. 수목 재식재의 문제 역시 급한 공사일정으로 인하여 수목의 상태를 충분히 고려할 수 없는 현장의 문제가 드러나고 있다고 할 수 있다.

라) 식재기반 조성의 미흡

공사시간의 촉박으로 인해 식재기반이 충분히 조성되지 못하는 경우도 발생한다. 대표적으로 토양다짐의 불충분 문제가 있다. 토양다짐이 되지 않은 상태에서 수목을 식재하는 경우 토양 침하로 인하여 나무에 산소 등의 영양공급이 부족해지면서 뿌리분과 흙의 공극이 발생하면서 부패가 진행되고 결국 수목이 고사하게 된다. 조사 대상지에서 토양다짐 불충분으로

인한 수목의 고사는 666개 수목으로 하자율의 14.71%를 차지했다.

자연적으로 생성된 토양은 균열, 경계면, 생물적 굴착, 유기물의 분해, 토양형성과정으로 인해 대공극이 발생하며, 이 대공극은 토양에 산소를 공급한다. 토양다짐은 대공극을 파괴하고 산소로 채워진 공극과 대기와 가스를 교환하는 다른 통기 공극을 만들어 건강한 토양과 뿌리시스템을 형성한다. 토양다짐이 증가하면 토양강도는 증가하고 공극은 감소한다. 결과적으로 토양다짐으로 인해 토양입자간 간격이 좁아지고 표면마찰과 토양강도가 증대된다. 그러나 지나친 토양다짐은 통기의 빈약이나 배수의 문제, 침투율 저하 등의 문제를 발생시킬 수 있다(Choi, 2006).

이로 인한 문제를 방지하기 위해 『조경설계기준』의 「일반식재기반 KDS 34 30 10」에서는 Table 9와 같이 토양의 물리적 특성 평가항목과 평가기준을 제시하고 있다. 토양다짐 혹은 토양치환을 통해 투수성, 공극률, 유효수분량, 토양경도를 적정수준으로 형성한 후에 감독관의 확인을 받아야 한다.

Table 10. Death of trees due to re-transplantation

Target Site / Date	Unjeong New Town IPARK / 2020.04.16	Unjeong new town IPARK / 2020.04.16
Types of tree / Situation	Acer palmatum / Replanting	Celtis sinensis / Replanting
Cause of defect	Temporary planting after bringing in trees / Root damaged	Temporary planting after bringing in trees / Root Damaged
Photo		

Table 11. Evaluation Items for Physical Properties of Soil and Evaluation Criteria

Evaluation Items		Evaluation Grade			
Items	Unit	Advanced	Middle Class	Low Class	Faulty
Particle Size Analysis (Soil Properties)	-	Loam soil(L) Sandy Loam(SL)	Sandy Clay Loam(SCL) Silt Loam(SiL)	Loamy Sand(LS) Clay Loam(CL) Sandy Clay(SC) Silty Clay Loam(SiCL) Silt	Sand(S) Clay(C) Sandy Clay(SiC)
Water Permeability ¹⁾	m/s	10 ⁻³ or Higher	10 ⁻³ ~ 10 ⁻⁴	10 ⁻⁴ ~ 10 ⁻⁵	Less than 10 ⁻⁵
Porosity	m ³ /m ³	0.6 or Higher	0.6 ~ 0.5	0.5 ~ 0.4	0.4 or Less
Effective Moisture Content ²⁾	m ³ /m ³	0.12 or Higher	0.12 ~ 0.08	0.08 ~ 0.04	Less than 0.04
Soil Hardness ³⁾	mm	Less than 21	21 ~ 24	24 ~ 27	27 or Higher

1) Water Permeability is Based on Saturation Coefficient of Infiltration.

2) The Effective Moisture Content is Based on the Volume Function Rate.

3) The Soil Hardness is Based on Yamanaka Type(山中式).

Source : 『General Planting Base(KCS 34 30 10)』, p.4.

조경업 18년 경력의 전문가 C씨는 토양다짐의 불충분으로 인해 토양침하와 토양심식이 쉽게 발생한다고 언급하였다. 수목식재기반이 충분히 조성되지 않은 경우에는 지주목을 설치한다고 하더라도 지주목이 흔들리거나 파손되는 경우가 많아 하자가 발생한다고 언급했다. 가장 좋은 것은 현장에서 발주되는 토양 자체가 우수해야 한다고 보았으나 실제적으로 좋은 토양을 받지 못했다면 토양 다짐과 토양치환이 이루어져야 한다는 점을 강조하였다. 그럼에도 불구하고 공사 현장에서의 구조적인 문제로 인해 기준치만큼의 토양 다짐과 토양치환이 이루어지지 못하는 경우가 있음을 알 수 있다.

3.3 공정과정 내 시간 관리방식 분석

10개 대상지의 <예상공정표>를 분석하여 조경공사의 시기와 시간관리 방식을 알아볼 수 있었다. 대상지별 준공완료 시기가 상이하다는 특이점이 있지만 하자발

생을 피할 수 있는 적기식재가 이루어졌는지, 공정과정은 충분히 보장되었는지, 예정공정일정을 준수할 수 있었는지를 파악할 수 있었다는 점에서 의의가 있다. 조경공사가 후순위의 공정에 해당하기 때문에 공정 완료 직전에 식재가 이루어지는 경향이 많다. 그러한 이유로 12월과 1월, 6월과 7월의 식재를 피할 수 없다는 문제점이 확연히 눈에 띈다. 대상지 10곳에서 볼 수 있는 공통적인 문제는 공정 일정의 촉박으로 인한 동절기 혹은 혹서기 식재로 인한 고사, 일정미준수로 인한 배수 시스템 불량과 관수 부족으로 드러났다. 또한 예산 절감과 공사 시간 촉박으로 인한 식재이식 과정에서의 하자도 볼 수 있었다. 결국 공정시기를 제대로 맞추지 못하고 있다는 사실로 미루어 보아 현장에서 조경공사가 급하게 이루어졌음을 유추할 수 있으며, 그것이 수목 고사의 주요한 요인이 되고 있다는 사실 역시 알 수 있다. 특히 12월 관목류, 잔디 및 지피류를 식재하는 경우와 7월에 관목, 잔디, 초

Table 12. Timing of planting trees by destination area

Month Site	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
①						Large Tree		Roadside Trees		Small Trees, Shrubs, Flowers			
②						Pine & Large Tree	Roadside Trees		Shrubs, Flowers				
③						Uncertain Construction Period, Unclear Planting Plan							
④								Large Tree		Shrubs	Grass, Flowers		
⑤			Pine & Large Tree		Shrubs								
					Grass & Ground Cover Plant								
⑥										Pine Tree			
												Large Tree	
												Shrubs, Grass, Flower	
⑦					Large Tree					Small Trees, Flowers			
									Shrubs		Sedum		
⑧	Large Tree		Small Trees, Shrubs, Grass										
		Large Tree											
⑨			Shrubs										
			Grass, Flowers										
⑩			Pine & Large Tree										
				Roadside Tree, Small Tree									
				Shrubs									

※  Inappropriate time for planting

※ Analysis and Restatement of <Forestation Tree Survey and Schedule> at 10 target sites.

화류나 세덤류를 식재하는 경우에는 일정미준수로 인한 수목 고사를 피할 수 없음을 볼 수 있다.

Jung(2020)은 『국토부 조경시방서』, 『수목생리학』, 그리고 식재시기별 하자율을 참고하였을 때 중부지방 상록교목의 최적식재시기를 3월 10일~4월 30일(봄), 10월 1일~11월 20일(가을)로 판단하였다. 또한 중부지방 기준 낙엽교목의 최적식재시기는 3월 10일~3월 30일(봄), 11월 20일~11월 30일(가을)로 더욱 짧아 수목 식재 여건이 더욱 어려울 것으로 볼 수 있다고 밝히고 있다(Jung, 2020). 이는 2020년 기준 중부지방을 기준으로 한 것이기에 근래의 환경 변화를 고려하여 중부이남, 남부, 남해안 각각 지역별 적기/부적기 식재일을 보다 세밀하게 연구할 필요가 있을 것으로 보인다.

조경공사 현장에서 시간 관리에 여유를 둘 수 없는 이유는 조경공사가 전체 공정 중 후순위공정에 해당하기 때문이다. 조경공사가 후순위공정에 포함됨으로써 발생하는 문제들이 복합적으로 고사의 원인이 되고 있다. 이는 복합공정 중에서 조경이 차지하는 비중이 적다는 인식이 강하고, 여전히 현장에서는 수목이식의 중요성과 예민함을 고려하지 못하고 있기 때문에 발생한다. Kim and Kim(2018)은 2년차 조경공사의 하자비용이 m^2 당 409.06원으로 공동주택 전 공정에서 하자비용을 공종별로 분석하였을 때 가구공사 다음으로 가장 많은 비용을 사용하고 있다고 밝힌 바 있다. 공정시기를 제대로 조정하였을 때 하자비용을 분명히 줄일 수 있음에도 불구하고 상당한 비용을 불필요하게 사용하고 있음을 알 수 있다. 인터뷰에 참여한 A씨(경력19년)는 “현장의 발주처와 관리자들이 조경공사의 중요성을 인식하고 공정표에 의한 충분한 공정계획을 짜서 급한 조경공사를 방지하는 것이, 품질관리나 추후 하자 발생률을 낮추는 데에 도움이 될 것”이라고 제안하였다.

4. 결론

본 연구는 조경수목 유지 및 관리의 현실적인 어려움을 분석하고 그 대안을 제고하기 위하여 작성되었다. 조경 식재공사에서 발생하는 하자의 주요 원인을 분석하고 현장과 문헌 사이의 괴리를 줄이기 위하여 작성된 것이다. 따라서 이 연구는 조경공사 관련 가이드라인을 고찰하여 교목 고사현황 데이터 및 전문가 인터뷰를 통해 조경식재공사과정 및 유지관리과정에서 지속적으로 발생하는 고사현황 및 원인을 분석하였다.

먼저 『조경공사 표준시방서』를 토대로 정부지침에 따른 하자 기준을 살펴보았다. 또한 하자발생의 현황을 분석하기 위하여 2017년 이후 조경하자 공사를 진행한 공동주택 59곳의 기록을 기초자료로 현장에서의 수목 고사 현황과 하자율, 현장에서 판단하는 수목 고사의 원인을 살펴보았다. 각 현장에서 제출한 시정공정표를 조사하여 공정과정 내 시간적·공간적 관리 방식을 분석하였으며, 전문가 5인의 인터뷰를 통하여 제도적 문서

로는 해결되지 않는 현실적인 수목 고사의 원인과 전문가 제언을 정리하였다.

『공동주택관리법 시행령』에 따르면 담보 책임기간 내에 하자가 발생한 경우에 기업체에서 하자보수를 진행해야 한다. 이 담보 책임기간은 『공동주택관리법』에서 3년으로 명시하고 있다. 『조경공사 표준시방서』에서는 조경 공사에 대한 구체적인 내용들을 규정하고 있으며, 현장에서도 이를 거의 그대로 진행하고자 하는 경우가 대부분이지만 현장에서의 시간적·공간적 한계로 인해 이것이 제대로 시행되지 못하는 문제가 드러났다.

첫째, 조경공사 중 식재적기에 맞추어 공사를 진행할 수 없다는 문제가 있다. 주거공간의 전체 공정에서 조경수목 식재시기를 고려하지 못하고 있기 때문이다. 공사 예정공정표에는 극한기와 극서기 식재가 예정되어 있지 않았음에도 불구하고 실제로는 극한기와 극서기 부적기에 식재가 이루어져 수목이 고사하는 경우를 확인할 수 있었다. 전문가들도 주거공간 공정은 복합공정으로 이루어지기 때문에 조경 공사를 소홀히 생각하는 경향이 있어서 충분한 공사 일정을 배려 받지 못한다고 생각하는 경우가 많았다. 부적기 식재로 인한 양생 조치를 취하고 있지만 여기에 해당하는 비용 역시 조경업체에서 부담해야 하는 경우가 많다.

둘째, 식재 물량의 과중에 있다. 『조경공사 표준시방서』에는 식재 당일 굴착하여 수목의 운반과 식재는 최대한 단기간에 마쳐야 한다고 기록하고 있다. 그러나 현장에서는 식재할 수목을 굴착하여 재식재를 하는 과정에서 이미 수목이 상당수 훼손된다고 언급한다. 공사 완료 시기를 맞추기 위해 급하게 시공을 진행하다 보면 수목의 컨디션을 제대로 유지·관리할 수 없음을 확인할 수 있다. 현장에 도착하여 뿌리분 관리를 제대로 받지 못한 수목을 식재되더라도 급세 고사되는 결과를 얻게 되는 것이다.

셋째, 배수·관수 불량이다. 『조경공사 표준시방서』의 『식재기반 조성』에서는 표면배수와 심토층 배수, 토양경도화에 관한 기준을 제시하고 있다. 표면유수를 위한 기울기와 배수로 설치, 심토층의 배수시설, 토양경도에 따른 토양치환 대책 등이 모두 배수와 관수의 적합을 위한 기준이라 할 수 있다. 생육상태가 좋지 않은 수목에 적절하고 충분한 관수는 필수적이며 전문가들도 그 중요성을 잘 인지하고 있음에도 불구하고 발생하는 문제이다.

마지막으로 토양을 비롯한 식재 기반이 제대로 조성되지 않았을 때 높은 수목 고사율을 보였음을 확인할 수 있다. 생육에 적합한 흙을 받지 못하는 경우가 일차적이며, 부적합 토양을 받았다고 하더라도 토양치환을 실행할 시간적·공간적 여건이 마련되지 않는다.

실제적인 하자율은 20% 미만에 그친다고 하더라도 실제 고사목은 상당히 많은 수에 해당한다. 총 59개소의 상록교목은 3,758주 고사하였고 낙엽교목은 7,389

주 고사하였다. 총 11,147주의 하자발생은 상당수 공사 시기의 촉박함으로 현장 관리가 부족한 결과로 발생한 것이다. 정부는 현재 조경 하자에 관한 정부지침을 마련하고는 있으나 현장에서 조경시공사가 겪는 실질적인 문제들은 충분히 고려하지 못하고 있다. 따라서 식재의 반입 기준이나 자재관리, 식재시기, 토양관리 등의 지침을 수행하기 위해서는 조경시공에 대한 공정을 충분히 고려해야 하며, 시공일자를 충분히 제공받아야만 한다. 또한 하자의 책임을 시공사에만 묻기보다는 전체 시공과정에서 배수기관의 관리나 표토의 관리에 문제가 없는지를 복합공정 관리자들이 함께 참여하고 추후 관리주체를 명확하게 규정하는 것 등의 노력이 부수적으로 필요하다. 또한, 공사 이후에 관리주체가 ‘유지관리계획서’에 준하여 최소한의 관리를 시행할 수 있도록 의무화하는 항목을 추가해야 한다. 이와 같은 부분이 개선될 때에 수목 고사로 인한 하자율을 대폭 줄일 수 있으며, 하자보수로 인한 자원 낭비를 예방할 수 있을 것이다.

References

- Ahn, D.-Jeong, N. (2022). Time Series Analysis of Planting Species and Quantities for the Production Management of Landscaping Trees-Focusing on Apartment Complex of Private Construction in the Metropolitan Area. *Journal of Recreation and Landscape*. 16(1): 63-73.
- Choi, C. (2018). *A landscape Design of the Apartment Complex Through the Story-Telling Method : With Special Reference to Gaepo Jugong Apartment Complex 4*. Master's Thesis. Hanyang University. Korea.
- Choi, S. (2006). *The Effects of Street Tree Grate Protecting the Soil from Compaction -Focused on the Jinju City-*. Master's Thesis. Gyeongnam National University of Science and Technology.
- Jung, C. (2020). *A study on Finding the Optimal Planting Time by Analyzing the Defect Rate of the Planting Time : Focused on the Park, Green Area in the Sejong city*. Master's Thesis. Hongik University. Korea.
- Jung, M.-Lee, S. (2012). A Study on the Improvement of Defect Management through Judicial Precedents of Landscape Construction Defect. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*. 40(1): 81-91.
- Jung, M. (2012). *A study on the Improvement of Defect Management through Judicial Precedents of Landscape Construction Defect*. Master's Thesis. The University of Seoul.
- Kim, B. (2013). *Study on the Current Status and Issue of Green Wall in GBCS -Certified Apartments : Focusing on Improvement Direction of Re-Certification*. Master's Thesis. Seoul. National University.
- Kim, H. (2008). *A Study on the Flaw Analysis of Trees in the Reclaimed Seaside Area -With Special Reference to the Park and Green Works of Songdo District*. Master's Thesis. Hanyang University.
- Kim, H. (2018). *A Study on the Improvement of the Landscape tree Flaws -Focusing on Gwangju Metropolitan City Park and Green Area*. Master's Thesis. Chonnam National University.
- Kim, K. (2020). A Study on the Prospect of Landscape Architecture Industry and Plan for the Manpower Development through National Policy and Industrial Trends. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture*. 18(-): 50-60.
- Kim, S.-Kim, J. (2018). Analysis of Defect Risk by Work Types Based on Warranty Liability Period in Apartments. *Journal of Construction Engineering and Management*. 19(4): 34-42.
- Kim, W. (2014). *A study on the Tendency of Planting Tree Defects According to the Changes of Landscape in Apartment*. Master's Thesis. Hanyang University. Korea.
- Kim, Y.-Kwon Y. (2008). A Study on the Status of Defect of Landscape Trees Its Improvement Plan at the Apartment Complex. *Journal of Practical Agricultural Research*. 10(1): 101-111.
- Lee, S.-Yu, J. (2012). A Study on the Improvement Plan through Analyzing the Perception of Expert Group about Landscape Construction Defects. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*. 40(4): 104-113.
- Park, C. (2007). *A Preventive Method of Exhausting Changes in Landscape Architecture Construction*. Master's Thesis. Dong-A University.
- Park, S. (2020). The Improvement of Thermal Environment in Exterior Spaces of the Apartment Site through Planting Design and Landscape Architecture Construction during Summer Season. *Journal of Recreation and Landscape*. 14(1): 69-76.
- Park, S.-Myeong, Y.-Ju, S.-B, G. (2015). Range Analysis of Possible Planting of Evergreen Broad-Leaved Trees for Landscaping in Korea. *Journal of Korean Society of Environment & Ecology*. 2015(2): 114-115.
- Park, J. (2010). *A Study on the Factor Analysis of the Change Order in the Landscape Architecture Planting Construction-Focused on the Landscape Architecture Planting Construction of Housing Complex*. Master's Thesis. Hanyang University.
- Park, J.-Kim, U.-Kim, W.-Kim, J.-Yoon, Y. (2014). A Study on the Effect of Tree Growth and Improvement in Planting soil by Poorly Drained. *Journal of Korean Society of Environment & Ecology*. 24(1): 57-58.
- Yoon, E.-Lee, E.-Kim, M.-Park, B. (2020). *A Study on the Integrated Maintenance System of Landscape Tree and Landscape Facilities*. Land and Housing Institute.
- Yu, J.-Jun, J.-Lee, S. (2013). A Study on Improvement and Change Properties of Landscape Construction Standard Specification -Focused on Planting. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*. 41(1): 60-70.
- Yu, Joo.-Lee, S. (2013). A Study on Analyzing Precedents and Legal System of Landscape Tree Damage by Natural Disasters. *Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture*. 41(4): 77-84.
- <https://law.go.kr/Law/ApartmentHousingManagementAct>
- <https://law.go.kr/LSW/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000181017>

Received 20 July 2023

Received in revised form 18 September 2023

Accepted 20 September 2023