

氣象要因을 고려한 造景植栽 工事期間 設定에 관한 研究

— 서울시를 사례로 —

李相錫* · 崔杞秀**

*서울시립대학교 조경학과 박사과정 · **서울시립대학교 조경학과 교수

A Study on the Estimating Probable Period of the Planting Work in Consideration of Weather Factor

— In the Case of Seoul City —

Lee, Sang-Seok · Choi, Key-Soo

Dept. of Landscape Architecture, Seoul City University

ABSTRACT

The purpose of this study is to estimate the probable period of the planting work in consideration of weather factors. The impact degree of weather factors on the control of planting schedule was measured by the possible working days on the basis of weather condition. To establish the weather standard, the researcher analyzed the questionnaires on the manager of planting work and also the meteorological data for 10 years(1983~1992) in Seoul.

The results are as follows;

- ① The possible period of the planting work is from March 17 to May 18 in Spring and from September 26 to December 15 in Autumn during a year.
- ② The probable working days of the planting work(106~130 days per year) are less than the building construction days(174 days per year), because of handling the living material of plants, specially in summer and winter.

I. 序 論

1. 연구의 배경 및 목적

工程管理란 공사의 방법 및 순서, 공사에 종사하는 노무자, 사용하는 소재, 그리고 공사 수단으로서의 공사용 기계 및 건설공구의 구체적인 사

항들을 수립하여 정해진 工事期間內에 목표로 하는 계획된 空間을 완성할 수 있도록 하기위한 管理를 말한다. 일반적으로 現場에서의 工事管理는 工程管理, 品質管理, 原價管理, 安全管理의 4가지 下位體系에 의해 구성된다. 이와같은 요소들은 상호관련되어 작용하기 때문에 工事計劃과 管理에 있어 동시에 고려되어야 한다.¹⁾ 그러나 이중에

註 1) 金三石 外 5人, 最新 土木施工學, 螢雪出版社, 1990, pp. 657~664.

서도 工程管理은 工事管理에 있어 가장 중요하고 또 포괄적인 범위를 차지한다고 볼 수 있다.

建設工事は 제조산업과는 달리 매회마다 별개의 것을 만들고 두번 다시 같은 것을 만들지 않는 『특수 프로젝트 작업의 생산형태』로서 대개의 공종 모두가 야외에서 이루어지기 때문에 工程管理가 더 어려운 실정이다. 특히 造景工事的 주요 소재인 樹木은 살아있는 生命體이기 때문에 공사에 있어서 주의를 요하게 된다. 앞에서 언급된 내용을 정리해 보면 첫째, 造景植栽工事は 屋外工事이며 둘째, 造景樹木은 생명체라는 2가지로 요약할 수 있다. 이와같은 소재적 특성과 공학적 특성은 工事管理에 있어서 다른 공장의 제품생산이나 土木이나 建築같은 일반건설 공사관리와는 많은 차이를 나타낸다. 따라서 造景植栽工事的 공사가가능여부를 결정하는 요소로서 자연조건 특히, 기상조건은 큰 영향을 끼친다고 할 수 있다. 그러나 현재 시행되는 造景植栽工事的 工程管理에 있어서는 이러한 특성에 대한 구체적 기준이 없어서 工程管理에 있어 불합리한 문제점을 가지고 있다.

建築分野에서는 梁克永이 氣象條件이 建築工程計劃에 미치는 影響에 관한 研究²⁾를 하였고 土木分野에서는 金萬河가 土木工事的 地域別 作業可能日數 推定에 관한 研究³⁾를 하였다. 그러나 造景分野에서는 이에 관한 연구가 없었으며 또한 造景植栽工事は 建築工事나 土木工事와는 달리 素材의 生命性이라는 특징을 가지고 있기 때문에 이에 대한 연구가 더욱 필요하다. 따라서 본 연구는 造景植栽工事 工程管理에 있어서 氣象條件의 영향에 대한 분석과 그 결과물로서 서울지역에서 氣象要因을 고려한 工事可能期間을 설정하는 것이다. 구체적으로는 造景植栽工事に 영향을

미치는 氣象要因을 조사하고 氣象要因에 따른 作業可能基準을 설정하며, 이것을 기초로하여 工事可能期間을 설정하여 造景植栽工事 工程管理에 있어 氣象要因이라는 불확정적 요인에 대한 합리적인 工程管理을 위한 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

2 연구의 범위

造景工事管理은 공사의 종류에 따라 여러가지로 분류될 수가 있기 때문에 모든 경우를 연구한다는 것은 많은 시간적 노력과 경제적 지출이 필요하며 많은 부분에 있어서 중복되는 비효율적인 측면이 있다. 따라서 본 연구에서는 造景工事に 있어서 일반적인 造景植栽工事로 범위를 한정시키며 또한 식재공사는 굴취, 운반, 식재, 유지관리의 단계를 거쳐 진행이 되지만 이 중에서 현장에서 식재과정만을 대상으로 한다. 그리고 氣象要因은 우리나라의 각 지역에 따라서 각각 다른 양상을 띠게 되므로 일반화시키기 어려운 점이 있다. 따라서 본 연구에서는 서울을 지역적 대상으로 범위를 한정한다.

3. 研究方法 및 過程

식재공사기간 설정을 위해서는 工事期間에 대한 直接調査와 공사기간에 영향을 주는 氣象條件基準에 의한 工事期間 설정방법의 2가지가 활용 가능하다. 전자의 경우 現場觀察調査, 說問調査와 후자의 경우 現場觀察調査, 說問調査, 植物生理學的 研究가 적용가능하지만, 현장관찰조사는 연구의 객관성을 유지하기 위해 대상현장의 수가 많아야하며 장기간의 조사기간이 필요하므로 현실

註 2) 梁克永, 氣象條件이 建築工程計劃에 미치는 影響에 관한 研究(韓國·地域別 氣象曲線을 중심으로), 東國大學校 博士學位 論文, 1987.

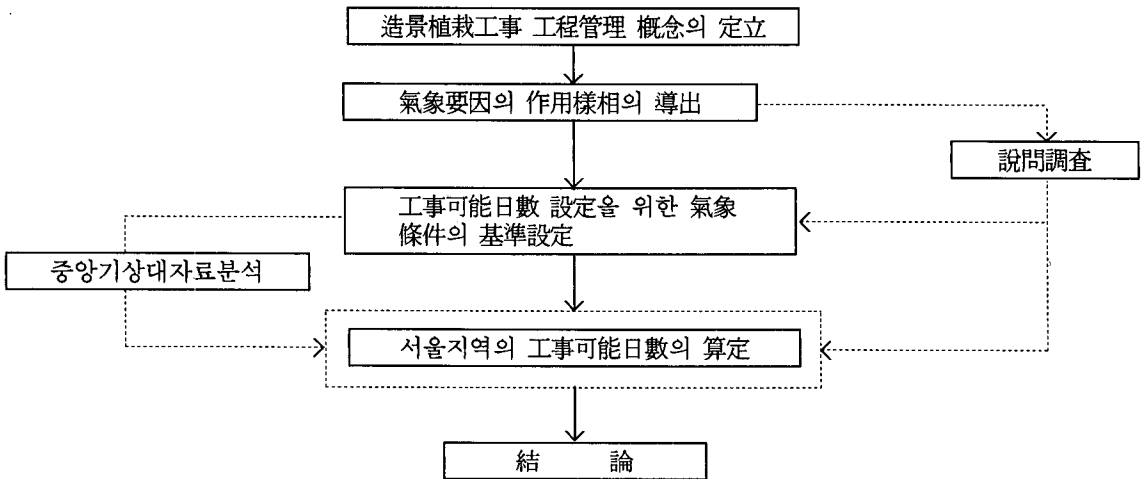
* 5년간의 기상자료를 기초로 우리나라 각 지역별 작업가능일수와 기상요인별 영향정도 순위를 산정하고 적정 착공시기를 선정하였으나 작업가능여부를 결정하는 기준설정은 단지 기존의 부분적 자료만을 활용한 단점을 가지고 있다.

3) 金萬河, 土木工事的 地域別 作業可能日數 推定에 관한 研究, 中央大學校 建設大學院 碩士學位論文, 1988.

* 단지토목공사중인 1개 대상지를 선정하여 그 결과를 기초로 작업불가능 기준을 설정하였으며 작업영향요인들 기상요인이 아닌 다른 영향요인까지 포함시킴으로서 내용상 포괄적이지만 가장 중요한 작업불가능 기준설정에 있어서 1개현장을 대상으로 하여 기준치의 신뢰도가 낮다.

적 어려움이 있고 식물생리학적 연구는 그것 자체로도 연구의 범위가 넓으므로 본 연구에서는 說問調査를 통한 現場技術者의 認識에 기초로 한 방법을 사용한다. 說問調査에서는 工事期間에 대

한 直接調査와 氣象條件 基準을 구하기 위한 조사가 포함되며 도출된 기상조건 기준에 의하여 10년간(1983년-1992년)의 氣象資料를 활용 工事期間을 설정한다. 연구과정은 <그림 1>과 같다.



(그림 1) 연구과정도

II. 造景植栽工事 工程管理和 氣象 要因

造景植栽工事의 工程管理 影響要素는 <표 1>과 같이 매우 다양하기 때문에 工程管理에 있어서 어느 한가지 요인만으로 이해한다는 것은 무리가 있다. 그러나 많은 요소들중에서 氣象要因이 차지하는 비중은 매우 크기 때문에 氣象要素의 영향 정도를 파악하는 것은 工程管理 影響要素의 이해를 위한 기초적인 작업이라고 할 수 있다.

현재 氣象要因이 造景植栽工事 工程管理에 영향을 끼치는 사례는 규칙적인 長期間의 工程遲延으로 동절기에는 현장토양의 동결, 작업인부의 작업불능, 공사의 질 저하 하절기에는 기온상승으로 인한 수목식재의 부적합, 작업능률의 저하 장마기에는 우기의 작업중단, 소재공급의 곤란 등의 영향을 끼치며, 單期間의 工程遲延으로는 일일기상조건에 의한 불규칙적인 工程遲延이 발생되고 있으며 또한 地域의 特性(高山地帶, 海岸地帶)으로 인한 영향을 받기도 한다.

<표 1> 造景植栽工事 工程管理 影響要素

구분	工事特性(내부요인)	環境要素(외부요인)
세	① 설계조건 공사금액의 대·소 관급자재의 유·무 신규ITEM의 유·무	① 기상요인 기온 강우 바람 습도
부	② 시방서조건 ③ 계약조건 ④ 공종별 수량 ⑤ 공사의 종류(아파트, 공원)	② 사회적 요인 노동력 공급조건 노무비 자재공급상황 자재비
항	⑥ 현장조건 위치 지형 토질 동력	③ 경제적 요인 공사관련사업자의 재정상태 제한경제상황
목	선행공정 주위환경 발주처특성	

우리나라는 중위도 지대에 위치하고 있어서 氣候는 사계절이 뚜렷하게 구별되는 온대성 기후의 특성을 가진다. 그리고 地理的 條件으로 겨울에

는 한냉건조하며 여름에는 온난다습한 기후특성을 가지며 연간 降水量의 2/3정도는 여름철(6월-9월)에 내리고 있다. 이것은 우리나라가 季節風 地帶로서 여름에는 남동계절풍이 태평양으로부터 불어와 많은 降水 現狀을 보이며 겨울에는 북서계절풍의 영향을 받아 降水量이 적다. 氣溫과 降水量은 月別, 季節別로 변화하지만 年別로도 변화가 심한 특성을 가지고 있다. 우리나라의 기후를 결정하는 氣候因子로는 緯度, 位置, 地形 등을 들 수 있으며⁴⁾ 기후의 분포는 氣溫, 降雨量, 日照時間(陽樹와 陰樹), 視程, 안개, 뇌우, 눈, 서리, 얼음, 증발과 증발산량등으로 구별할 수 있으나 造景植栽工事に 영향을 미치는 주요 요소로는 기온, 강우량, 바람, 습도, 눈을 주요인자로 한다. 이러한 氣象要因이 造景植栽工事に 미치는 영향을 現場條件, 素材條件, 作業者條件의 세가지로 분류하여 살펴보면 <표 2>, <표 3>과 같다.

<표 2> 氣象要因이 造景植栽工事に 미치는 影響

구분	氣溫	降水	濕度	바람
현장	* 霜의 凍結로 인한 식재불가	* 現場土壤의 작업여건장애	* 土壤固結로 인한 작업부진	* 현장내 먼지飛散
소재	* 霜의 凍結로 인한 취불가 * 高溫으로 인한 수목고사	* 굴취, 운반, 식재 작업 곤란	* 건조시 수목의 지나친 증산으로 인한 수목고사	* 수목의 顛倒 * 수목의 과다한 수분증발
작업자	* 지나친 高溫 및 低溫으로 인한 능력저하	* 작업능력 저하 및 전사고 우려	* 습도가 높을 경우 작업의 어려움	* 安全事故우려

<표 3> 氣象要因과 作業條件의 關聯性

	강수	기온	바람	습도
現場	●	●	▲	X
素材	●	●	▲	●
作業者	●	●	▲	▲

● 관련성 높음 ▲ 관련성 보통 X 관련성 낮음

Ⅲ. 氣象要因의 影響分析 및 工事可能日數 算定

1. 造景植栽工事 工程管理에 대한 認識度 調査

1) 설문조사 개요

설문지는 시공 현장경험이 있는 技術者를 대상으로 1993년 1월부터 3월까지 총200부를 배포하여 그중 105부를 회수하였으며 이중 응답이 부실한 설문지를 제외한 나머지 98부를 분석에 사용하였다. 說問紙는 直接面談調査와 郵便調査를 병행하여 실시하였는데 우편조사는 造景植栽工事 施工業體를 대상으로 綜合造景業體 30부, 專門造景業體 20부, 기타 20부를 발송하였으나回收는 25부에 불과하였으며 전체 회수율은 49.5% 였다.

설문조사 대상이 조경식재공사 專門家(現場技術者)라는 제약조건으로 인하여 식재공사 시공경험이 있는 기술자로 제약을 받기 때문에 설문응답부수는 비교적 제한적이었다.

설문지의 내용은 응답자 일반사항 2항목, 식재공사 영향요인 인식 1항목, 기상요인에 대한 인식 8항목, 조경공사 기간에 대한 인식 2항목, 식재공사 부적기 경험 4항목, 수목식재공사 적기에 대한 인식 3항목 등 총 20개의 항목으로 구성되었으며 이중에서 객관식 문항설정이 곤란한 항목은 開放式 質問(open-ended question)⁵⁾을 하였다.

2) 설문조사 결과분석

① 應答者의 職責은 감독관 31.6%, 현장소장 36.7%, 현장기술자 31.6%로 비교적 비슷한 설문부수를 작성하였으며 施工經歷은 전체 평균 5.8년으로서 나타났으나 이중에서 시공경력 1년에서 3년까지의 응답자가 45.9%를 차지하였다.

② 造景植栽工事 工程管理 影響要因은 <표 4>와 같이 15가지로 분류하여 조사하였으며 그중에서 先行工程이 26.53%로 가장 높게 나타났고 氣象要因 14.64%, 現場 地形 및

註 4) 金光植 外 19人, 韓國의 氣候, 一志士, 1982, pp. 32~33.

5) 金光雄 著, 社會科學研究方法論, 1988, p. 283.

土質 13.27%, 資材費와 資材供給狀況 9.86%의 순서로 나타났으며 전체의 64.3%정도를 차지하였다.

〈표 4〉 造景植栽工事 影響要因 認識度

영향요인	빈도	%
공사금액의 대소	10	3.40
계약조건	6	2.04
공사의 종류(아파트, 공원)	16	5.44
현장지형 및 토질	39	13.27
발주처 특징	18	6.12
노무비와 노동력 공급상황	14	4.76
공사업체의 재정상태	13	4.42
입주일자	12	4.08
시방서 조건	0	0.00
공종별 수량	5	1.70
현장의 위치	7	2.38
선행공종(건축, 토목)	78	26.53
기상요인	43	14.64
자재비와 자재공급상황	29	9.86
제반 경제상황	4	1.36
계	294	100.00

* 응답자는 98명이었으나 영향요인을 3개씩 응답하도록 하는 選多式 質問을 하였기 때문에 頻度는 294이다.

이러한 응답 결과를 볼 때 조경식재공사기간에 가장 영향을 미치는 선행공정이란 土木工事나 建築工事에 의한 영향정도를 말하는 것으로 순수한 조경식재공사가 아닌 관련공사에 의해 조경식재공사 공정관리에 부정적인 영향을 받는 것으로 나타나고 있다.

③ 氣象要因의 影響程度는 매우크다 22.4%, 크다 59.2% 로서 응답자의 81.6%가 영향이 크다고 인식하고 있었으며 요인별로는 강수 42.60%, 기온 41.04%, 바람 8.30%, 습도 4.77%, 미기후 3.29%로 나타나고 있다. 그러나 실제 工事可能日數에 영향은 기온이 비보다 훨씬 많은 영향을 끼치고 있으나 응답자의 인식은 큰 차이가 없는 것으로 나타나고 있는데 이것은 기온에 의한 영향은 대부분 植栽不適期라고 先驗的으로 인식하고 있는 반면에 강수는 공사진행중에 영향을 받기 때문에 비교적 더 중요하게 인식하는 것으로 나타나고 있다.

〈표 5〉기상요인별 영향인식도

구분	FREQ.	MIN.	MAX.	MEAN (%)	STD. DEV.
강수	98	10	90	42.60	17.92
기온	98	5	90	41.04	19.02
바람	98	0	40	8.30	7.12
습도	98	0	20	4.77	4.80
미기후	98	0	20	3.29	4.30

과거 공사경험을 기초로한 記述調査에서는 여름철의 경우는 비로 인한 作業遲延이 초래되지만 눈이 내리는 겨울철의 植栽工事不適期에는 氣溫에 의해 작업이 진행되지 않으므로 크게 중요하지 않다고 인식하고 있었으며 바람은 수목굴취나 운반 그리고 지주목 설치시 작업조건과 바람에 의한 증산작용의 심화로 인한 식물생육에 지장을 초래하기 때문에 비교적 높게 인식하고 있었다. 특히 大型木 植栽工事의 경우 바람의 영향은 매우 큰 것으로 답하고 있어서 대형목 식재시 기온과 강수뿐만 아니라 바람에 대한 고려가 이루어져야 한다. 微氣候는 가장 낮은 認識度를 나타내고 있지만 海洋이나 山岳地方, 그리고 工事地域의 부분적 특성(向,位置)에 의해 각각 다른 양상의 기후조건을 보여주므로 본 연구에서의 공간적 범위인 서울지역이 아닌 다른지역의 경우 고려되어야 할 영향요소이다.

④ 氣象要因이 미치는 作業條件別 障礙는 降水가 工程管理에 미치는 영향은 현장작업여건불량 13%, 수목분의 상태불량 3.1%, 인부의 작업꺼림 18.4% 이지만 이런 상황이 종합된 것으로 인식하는 경우가 63.3%로 인식하고 있다. 특히 現場條件의 경우 비로 인해 수목운반차량의 진입곤란, 토양상태의 불량인 원인이 되며 수목분의 상태불량은 굴취시 분트기가 곤란하고 분의 파손우려에 대해 많은 관심을 보이고 있고 作業者條件은 인부들이 비가 올 경우 작업을 기피하며, 특히 아침 출근시간대에 비가오면 매우

저조한 出勤率을 나타낸다고 하였으며 과거와는 달리 建設工事 現場의 작업에서 인부들이 작업여건(현장내 안전, 복지, 교통, 근무시간)에 대한 要求度가 높아지고 있음을 깊이 인식해야 하는 것으로 나타났다. 기온 조건에 의해 작업이 불가능한 경우는 비와 마찬가지로 각 요인별로 복합된 것(72.4%)으로 인식하고 있으며 수목생육부적합 18.4%, 토양동결 6.1%, 인부작업관련 3.1%로 나타나고 있다. 특히 수목생육 부적합은 동절기나 하절기에 있어서 수목생육에 부적합하기 때문이며 겨울철이나 이른 봄에는 토양동결로 인해 작업이 불가능한 것으로 인식하고 있었다.

- ⑤ 植栽不適期 工事經驗은 86.7%가 있는 것으로 나타나고 있으며 대부분 工程이 늦어서 불가피하게 이루어진 것으로 응답하고 있다. 특히 조경식재공사의 경우 살아있는 생명체를 대상으로 하고 있으나 공정관리시 아파트의 경우 입주시키거나 건축, 토목과 관련시켜 工事期間을 설정하여 수목의 생육특성을 적절히 고려하지 못하고 있다.

2. 造景植栽工事 工事可能日數 算定

1) 工事可能日數 算定式의 構成

조경식재공사의 진행에 미치는 영향정도를 工事可能日數로 산정하기 위해서는 작업진행에 미치는 영향을 분석하여 결정해야 한다. 이러한 영향요인을 고려한 工事可能日數 산정식은 다음과 같다.

$$D_w = D_t - (D_n + D_m + D_e)$$

D_w : 工事可能日數

D_t : 全 工事期間日數 (1년인 경우 365日)

D_n : 自然條件에 의한 工事不可能日數

D_m : 人爲的 條件에 의한 工事不可能日數

D_e : 기타 요인에 의한 工事不可能日數⁶⁾

이중에서 본 연구의 대상인 자연조건의 기상요인은 가장 중요한 부분을 차지하며 앞에서 언급한 것처럼 기상요소는 강수, 기온, 바람, 습도, 미기후 등을 그 대상으로 선택할 수 있으며 그 산정식은 다음과 같다.

$$W_p = D_t - (W_r + W_t + W_w + W_h + W_m)$$

W_p : 氣象要因만을 고려한 工事可能日數

D_t : 全 工事期間日數 (1년인 경우 365日)

W_r : 降水에 의한 工事不可能日數

W_t : 氣溫에 의한 工事不可能日數

W_w : 바람에 의한 工事不可能日數

W_h : 濕度에 의한 工事不可能日數

W_m : 微氣候에 의한 工事不可能日數⁷⁾

그러나 바람은 그 특성상 공사진행에 절대적인 영향을 끼치지 않고 불확정적이기 때문에 作業日數 산정시 뚜렷한 판단기준을 제시할 수 없으므로 제외시키며, 濕度の 경우 수목생육에 많은 영향을 주지만 그외의 현장조건, 작업자 조건에는 큰 영향을 끼치지 않으며, 또한 식재후 바로 물분만들거나 관수작업이 이루어 지기 때문에 수목의 생육에 절대적인 영향을 끼치지 않으므로 제외시킨다. 微氣候 특성은 장소에 따라 다르고 매우 불확정적이기 때문에 工事可能日數 판단기준으로 고려하기에는 영향정도가 미흡하며 기준 설정에 어려움이 있으므로 배제시킨다. 따라서 본 연구에서의 工事可能日數 算定式은 $W_p = D_t - (W_r + W_t)$ 으로 한정된다.

2) 工事可能 基準設定

가) 降水基準

降水에 의한 작업가능여부는 降水量에 따라 달라지게 된다. 일반적으로 비가 올 경우 작업이 어려운 것으로 인식하여 토목공사의 경우 日降雨 10mm 이상을 불가능 기준으로 하지만⁸⁾ 그 기준을

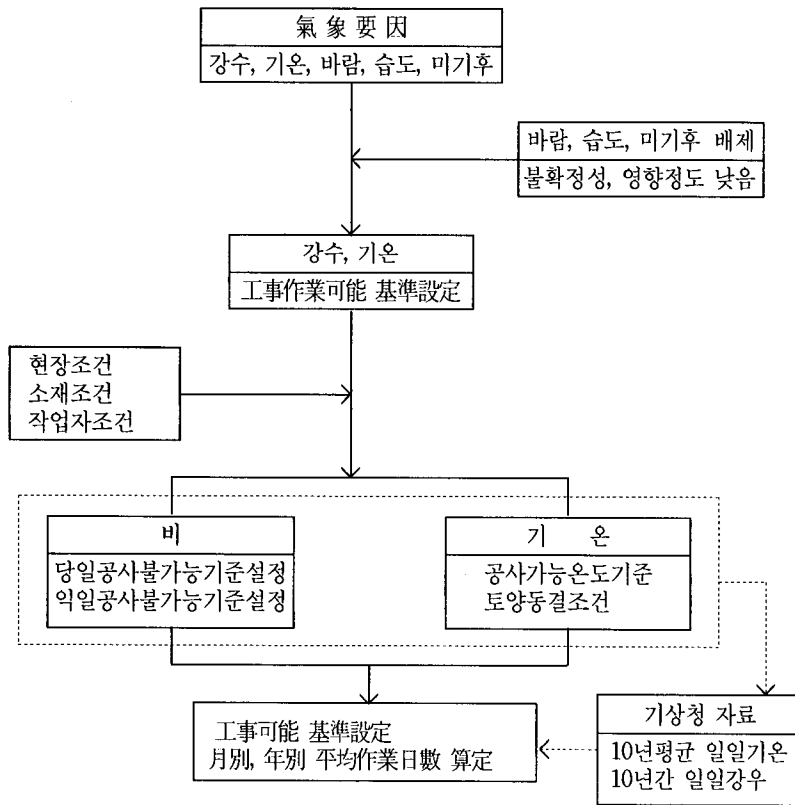
註 6) 前掲書, 金三石 外 5人, p. 667.

7) D_w 는 공사진행에 영향을 미치는 모든 영향요인을 고려한 것인 반면 W_p 는 기상요인을 고려한 것이므로 공사가 능일수는 $D_w < W_p$ 이다.

8) 前掲書, 金三石 外 5人, p. 672.

설정하는데 많은 어려움이 있으며 降雨強度에 따라 인식의 차이가 있기 때문에 객관화의 어려움이 있다. 예를들면 비가 출근시간대에 내릴 경우에는 인부들의 출근율이 급격하게 낮아지므로 공사진행에 많은 영향을 끼치게 되며 또한 비가 내리는 시간은 하루중 정해져 있지 않기 때문에 連續降雨時間은 12시간일지라도 이틀에 걸쳐 비가 내릴수도 있고 단지 오전, 오후에만 내릴수도 있다. 이와같이 降雨強度나 降雨時間들은 매우 불확정적인 조건으로서 기준설정시 어려움과 기상

자료 이용에 있어서 객관성을 확보하기 어렵다. 現場調査로서 이러한 문제점을 극복할 수 있으나 대상현장의 수가 많아야 하며 조사기간이 장기간이어야 하므로 현실적인 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 강우시간이나 강우강도와 같은 불확정적인 요인은 배제시키고 氣象廳의 일일기상 자료를 그대로 활용하기로 한다. 또한 동절기의 강수는 대부분 눈으로 내리지만 동절기는 기온조건으로 인하여 이미 작업이 불가능하므로 강수에 의한 공사가가능여부를 결정하는데 제외시킨다.



〈그림 2〉 工事可能日數 算定過程圖

降水에 의한 工事不可能 시점을 정하는 것은 현장기술자들의 경험치를 활용하며, 설문조사결과인 6.8mm/日를 기준으로 공사가능일수를 산정한다. 그러나 비가 많이 내릴 경우 현장토양조건에 따라 차이는 있으나 다음날에도 현장조건이 개선되지 않는 경우가 있는데 이와같이 다음날까

지도 작업이 불가능한 강우조건은 설문분석 결과 31.9mm/日로 나타나고 있으므로 당일 강우량이 31.9mm/日를 초과할 경우에는 다음날도 작업이 불가능한 것으로 한다. 즉 2일간 작업이 불가능한 것으로 계산한다. 그러나 설문조사결과인 공사불가능기준 6.8mm/日는 현장조건, 강우강도, 강

〈표 6〉 當日工事 불가능 강수량

강수량 (mm)	FREQ.	PERCENT	CUMUL.	CUMUL.
	FREQ.	PERCENT	FREQ.	PERCENT
0	1	1.0	1	1.0
5	68	69.4	69	70.4
10	22	22.5	91	92.9
15	6	6.1	97	99.0
20	1	1.0	98	100.0

MINIMUM 0 MAXIMUM 20 MEAN 6.8367
STD. DEV. 3.3033

〈표 7〉 2일간 공사불가능 강수량

강수량 (mm)	FREQ.	PERCENT	CUMUL.	CUMUL.
	FREQ.	PERCENT	FREQ.	PERCENT
15	3	3.1	3	3.1
20	30	30.6	33	33.7
25	6	6.1	39	39.8
30	29	29.6	68	69.4
35	2	2.0	70	71.4
40	12	12.2	82	83.7
50	13	13.3	95	97.0
60	1	1.0	96	98.0
99	2	2.0	98	100.0

MINIMUM 15 MAXIMUM 99 MEAN 31.8673
STD. DEV. 14.4861

우시간에 의해 공사가능여부에 영향정도가 다르기 때문에 비가 조금만 내려도 작업이 중단되는 경우를 제외시키게 되므로 본 연구에서는 비가 내리는 날에는 작업이 중단될 수 있다는 蓋然性을 고려하여 일단 비가 내린날에는 작업이 불가능한 것으로 판단하는 기준인 作業不可能 蓋然降雨基準을 0mm/日 < 으로 별도 선정하여 工事不可能 蓋然日數를 산정한다.

나) 氣溫基準

氣溫基準은 조경식재공사시 수목식재조건, 조건(현장토양동결), 인부작업의 효율성에 많은 영향을 미친다. 인부작업의 효율성은 기온에 의해 영향을 받지만⁹⁾ 현장에서의 작업가능여부에 직접적인 영향을 끼치지는 않으므로 기온에 의한 식재공사의 가능여부는 수목식재조건과 현장조건에 제한된다.

수목과 기온과의 관계에 관해서는 개화, 결실 등을 초래하는 양호한 생육을 위한 요인으로서 고려될 경우와 겨울의 추위 등 생육의 한계를 지배하는 요인으로서 다루어지는 두가지 경우가 있다. 일반적으로 녹색식물은 5°C 이상이 되면 생장 등의 생리적 활동을 시작하며 이 온도이상의 온도를 有效溫度라고 하며¹⁰⁾ 온도가 증가함에 따라 식물의 생육은 활발해지며 最適溫度(약33°C)가 지나면 다시 活動度(成長)가 저하된다.¹¹⁾ 그러나 이 기온조건은 활착한 식물의 生育條件이며 樹木植栽條件은 여기에 토양내 수분, 수목의 증산량, 토양동결요인이 복합적으로 작용하므로 달라지게 된다. 일반적인 수목의 植栽時期는 春分(3월21일)을 중심으로한 전후 1개월, 秋分(9월21일) 뒤의 1개월¹²⁾이라고 할 수 있으나 수목의 性狀 즉 낙엽수와 상록수, 교목과 관목, 침엽수와 활엽수, 난대성·온대성·한대성의 차이, 발아시기, 꽃의 개화시기, 지역의 위치에 따라 차이가 있게 된다. 대한주택공사의 경우 중부지역은 土壤凍結 開始日(12월초순)에서 解土 開始日(3월초순)까지와 하절기(18°C 이상)5월하순~9월하순까지는 식재부적기로 하여 식재적기를 춘기는 3월5일~5월25일, 추기는 9월26일~11월30일 까지로 정하고 있다.¹³⁾

기온조건에 의한 植栽工事 可能期間 설정은 결국 春期工事 始點과 終點, 秋期工事 始點과 終點을 구하는 것이다. 설문조사결과 식재공사 가능 온도기준은 최저온도 5.95°C와 최고온도 23.38°C

註 9) 金蓮玉, 氣象學概論, 正益社, 1991, p. 517.

* 기후는 옥외작업의 능률에 영향을 미치며 업종에 따라 차이가 있으나 20°C~25°C를 적정온도라 할 수 있다.

10) 尹國炳, 造景樹木學, 一潮閣, 1985, p. 81.

11) 洪淳驥, 植物生態學, 光林社, 1983, p. 128.

12) 韓國造景學會, 造景植栽設計論, 文運堂, 1991, p.200.

13) 大韓住宅公社, 造景設計基準, 1992, pp. 33~34.

〈표 8〉 식재공사가능 최저기온

기 온 (°C)	FREQ.	PERCENT	CUMUL. FREQ.	CUMUL. PERCENT
0	5	5.1	5	5.1
1	1	1.0	6	6.1
2	2	2.1	8	8.2
3	5	5.1	13	13.3
5	38	38.7	51	52.0
6	19	19.4	70	71.4
7	10	10.2	80	81.6
8	2	2.1	82	83.7
9	4	4.1	86	87.8
10	7	7.1	93	94.9
12	1	1.0	94	95.9
13	2	2.1	96	98.0
14	1	1.0	97	99.0
15	1	1.0	98	100.0

MINIMUM 0 MAXIMUM 15 MEAN 5.9489
STD.DEV. 2.7935

〈표 9〉 식재공사가능 최고기온

기 온 (°C)	FREQ.	PERCENT	CUMUL. FREQ.	CUMUL. PERCENT
15	4	4.1	4	4.1
17	2	2.0	6	6.1
18	2	2.0	8	8.2
20	24	24.5	32	32.7
22	7	7.1	39	39.8
23	2	2.0	41	41.8
25	40	40.8	81	82.7
26	1	1.0	82	83.7
27	5	5.1	87	88.8
28	5	5.1	92	93.9
30	6	6.1	98	100.0

MINIMUM 15 MAXIMUM 30 MEAN 23.3776
STD.DEV. 3.5970

로 나타나고 있다. 우리나라의 기후특성을 고려해 볼 때 최저온도는 춘기공사 시점과 추기공사 종점, 최고온도는 춘기공사 종점과 추기공사 시점에 관련된다. 그러나 실제 현장에서 춘기공사 시점과 추기공사 종점은 토양동결에 의해 결정되며 춘기공사 종점과 추기공사 시점은 수목생육과 직접적으로 관련된다.

(1) 土壤冬結과 解氷

토양은 흙속의 온도가 0°C이하로 내려가면 흙속의 間隙水가 동결하여 토양을 동결시키므로 토양의 굴착 및 식물활착을 어렵게 한다. 지표면의 온도변화 폭은 외기온도 변화의 폭과 같으나 지중 깊이가 들어갈수록 온도변화폭은 급격히 줄어드는데 이러한 時間遲延效果는 30cm당 1주일 정도로 나타난다.¹⁴⁾

Aldrich의 토양동결깊이 계산공식에 10년간(1983년-1992년) 기상자료를 적용하면

$$Z=C\sqrt{F}$$

Z=동결깊이(cm)

F=동결지수(°C·day)

C=정수¹⁵⁾

동결심도(Z)는 43.88cm이며 토양온도 시간지연효과인 30cm/1週를 고려하면 10일 정도의 지연효과가 있으나 수목굴취장소는 대부분 임야이기 때문에 서울지역보다 기온이 낮으므로 실제로는 이보다 더 지연될 것으로 생각된다.

(2) 설문조사 최저·최고기온

설문조사결과 공사가능기온은 최저 5.95°C와 최고 23.38°C로 나타나고 있다. 그러나 일일기온은 지형 및 위도, 계절, 당일 기상상태에 따라 다르지만 이른 아침(오전5시경)에 최저기온과 정오 조금지나서(오후2시경)에 최고기온을 나타내면서 변화하므로¹⁶⁾ 기준의 적용에 어려움이 있으므로 최저기온 5.95°C와 최고기온 23.38°C에 대한

註 14) 李璟會, 흙과 人間環境, 大韓建築學會誌, 建築, 92년 5월호(통권 제166호), p. 7.

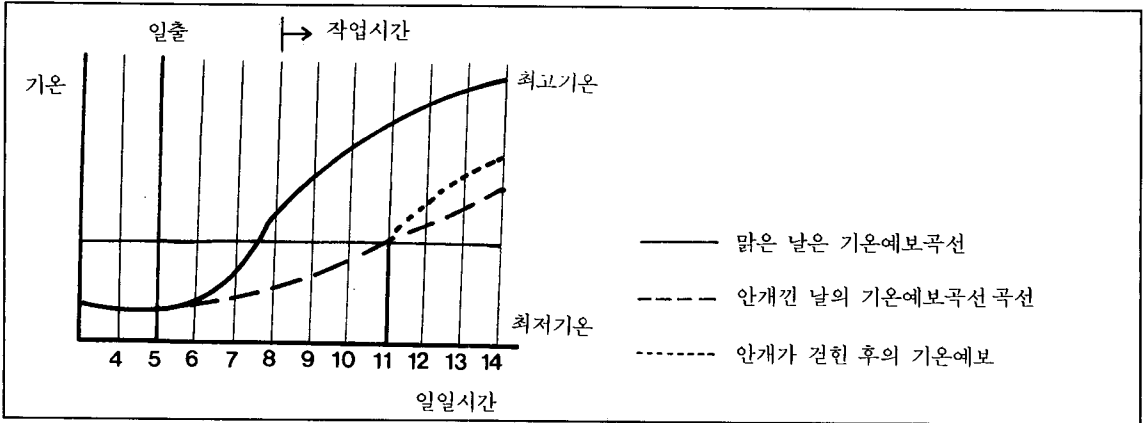
15) 鈴木俊男 外 8人·建設圖書編輯部譯, 最新 道路 構造物의 設計計算例, 建設圖書, 1990, p. 19.

* 동결깊이를 구하는 aldrich공식에서 凍結指數(F)란 동결기간동안 영하의 일평균기온의 누적을 말하며 C값은 흙의 열적정수, 함수비, 건조밀도, 동결전후의 지표면 온도 및 동결지수 등에 의해 정해진다.

16) 任正男 外 3人, 農業氣象 用語解説, 郷文社, 1987, p. 274.

해석이 필요하다. 식재공사의 작업시간은 계절에 따라서 차이가 있지만 일반적으로 오전 8시부터 오후 6시까지(점심시간 1시간, 오전·오후 휴식시

간 1시간 포함)라고 볼 때 일일기온중 비교적 기온이 높은 시간에 해당된다.(그림 3 참조)



* Jefferson의 일일 기온예상곡선을 기초로 하여 일일 최저기온은 오전5시, 최고기온은 오후2시를 기준으로 하여 그림을 작성하였다.

<그림 3> 일일시간대별 기온변화¹⁷⁾

따라서 작업가능 최저기온기준인 5.95°C는 작업시간내의 기온에 해당되어야 하므로 기상자료의 일일최저기온을 적용해서는 안되며 또한 일일 최고기온을 적용할 경우 일일기온이 모두 작업가능최저기온보다 낮게되므로 적합하지 않다. 따라서 설문조사 결과의 5.95°C는 일일평균기온값을 적용하는 것이 합리적이다. 그러나 秋期식재공사 종점의 선정은 토양동결에 의해 가장 직접적인 영향을 받게 되므로 토양이 동결되는 시점을 선정하여야 한다. 왜냐하면 조경식재공사의 마지막 공종이 일반적으로 잔디식재공사이므로 잔디식재공사의 경우 토양이 동결되면 작업이 불가능하고 또한 식재공사는 대부분 인부작업에 의해 진행이 되기 때문에 토양동결시 작업이 불가능하기 때문이다. 토양동결은 기온을 기준으로 할 경우 일일 평균기온이 0°C이하인 날을 선정해야 한다. 그 이유는 일일최저기온이 영하이더라도 일일평균기온이 0°C이하로 내려가지 않으면 토양동결은 급속히 진행되지 않기 때문에 일일평균기온이 영상인 날은 작업이 가능하다고 볼 수 있다.

작업가능 최고기온 23.38°C를 기준으로 춘기공사 종점과 추기공사 시점을 결정할 때는 일일기온중 최고기온을 넘는 시간이 없어야 하므로 일일최고기온을 기준으로 하여 이보다 낮은 날을 工事可能日로 선정해야 한다. 이와같이 기온과 토양동결에 의한 공사가능일 설정을 위한 지침을 정리해 보면 다음과 같다.

- ① 기온은 일별로 차이가 있어서 등락을 거듭하면서 점차적으로 상승, 하강의 경향을 보이므로 일정온도 기준으로 할 경우 온도에 해당하는 날을 선택하기에 어려움이 있으므로 객관성을 높이기 위해 1983년부터 1992년의 10년간 기상자료를 이용한 평균치를 이용한다.
- ② 春期植栽工事 始點은 日日平均氣溫이 5.95°C이상인 最初日과 日日平均氣溫이 0°C이상인 날로부터 토양해빙기간(10日)을 동시에 고려한다.
- ③ 春期植栽工事 終點은 日日最高氣溫 23.38°C이하인 最終日로 한다.

註 17) 洪性吉, 氣象分析과 日氣豫報, 敎學硏究社, 1992, p. 379.

- ④ 秋期植栽工事 始點은 日日最高氣溫 23.38°C 이하인 最初日로 한다.
- ⑤ 秋期植栽工事 終點은 日日平均氣溫 0°C이하인 最初日로 한다.

도, 강우시간에 따라 실제적으로는 더 낮은 강우에도 작업이 불가능해질 수도 있기 때문에 工事不可能日數는 더욱 증가하여 降雨日數와 같은 1102일까지도 증가할 수 있는 蓋然性을 가지고 있다.(工事不可能蓋然日數)

3) 工事可能日數 算定

가) 강수에 의한 공사가능일수 산정

1983년~1992년(10년간)까지 기상청 자료를 기초로 분석한다. 분석결과 서울지역의 연 降水日數는 평균 110.2日로서 工事不可能日數는 51.6日에 해당된다. 그러나 설문조사 결과에 의한 工事不可能 降水基準인 6.8mm/日는 현장조건, 강우강

降水에 의한 工事不可能日數=(6.8mm/日이상,31.9mm/日미만인 降水日數)×1+(31.9mm/日이상 降水日數)×2
 降水에 의한 工事不可能蓋然日數=降水日數 (0mm/日<)

(표 10) 10년간(1983년~1992년) 降水에 의한 工事不可能日數/工事不可能蓋然日數 算出表

년\월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
1983	0/5	0/8	4/7	5/12	4/5	3/5	10/17	6/13	8/12	3/10	1/9	0/6	44/109
84	0/5	0/7	0/9	2/9	2/5	4/12	8/16	9/14	4/9	1/7	3/8	1/10	34/111
85	2/8	0/4	3/4	3/8	7/9	2/8	5/14	9/18	7/14	4/6	4/18	1/9	47/120
86	1/3	3/6	2/5	0/6	4/11	4/13	7/18	9/17	3/7	3/10	3/9	1/8	40/113
87	2/5	0/3	2/10	2/8	3/9	4/10	9/16	10/17	2/4	1/6	3/11	0/4	38/103
88	0/9	2/7	1/6	2/6	2/8	2/6	10/19	4/9	3/6	1/2	1/4	0/6	28/88
89	4/12	4/9	2/8	0/5	2/7	5/10	10/14	8/11	3/10	4/7	5/10	0/8	47/111
90	4/11	1/10	6/8	3/8	8/15	10/17	14/23	7/13	6/13	0/0	2/7	1/7	62/132
91	1/6	1/10	3/9	3/7	3/7	3/9	11/19	3/7	5/8	1/5	3/5	2/8	39/100
92	1/8	1/9	0/6	4/10	3/8	4/7	9/15	9/14	4/10	2/10	4/8	4/10	45/115
소 계	15/72	12/73	23/72	24/79	38/84	41/97	93/171	74/133	45/93	20/63	29/89	10/76	424/1102
2 일 간			1985*① 1983*② 1983*① 1984*① 1983*② 1983*① 1983*② 1985*② 1992*①										
작업불가능일수			1989*① 1985*① 1985*③ 1985*② 1984*① 1984*① 1984*① 1986*①										
			1991*① 1987*① 1987*① 1986*① 1986*③ 1985*④ 1985*①										
			1990*① 1990*① 1987*② 1987*④ 1986*② 1986*①										
			1991*② 1988*① 1988*③ 1987*③ 1987*①										
			1989*③ 1989*② 1988*① 1989*①										
			1990*⑥ 1990*④ 1989*② 1990*①										
			1991*① 1991*③ 1990*① 1991*①										
		1992*① 1992*③ 1991*① 1992*①											
		1992*③											
소 계	0	0	3	5	8	18	25	19	10	3	1	0	92
총 계	15/72	12/73	26/72	29/79	46/84	59/97	118/171	93/133	55/93	23/63	30/89	10/76	516/1102
평균	15/72	12/73	2.6/7.2	2.9/7.9	4.6/8.4	5.9/9.7	11.8/17.1	9.3/13.3	5.5/9.3	2.3/6.3	3.0/8.9	1.0/7.6	51.6/110.2

*①, ②, ③, ④는 해당년도, 해당월의 2일간 工事不可能回數

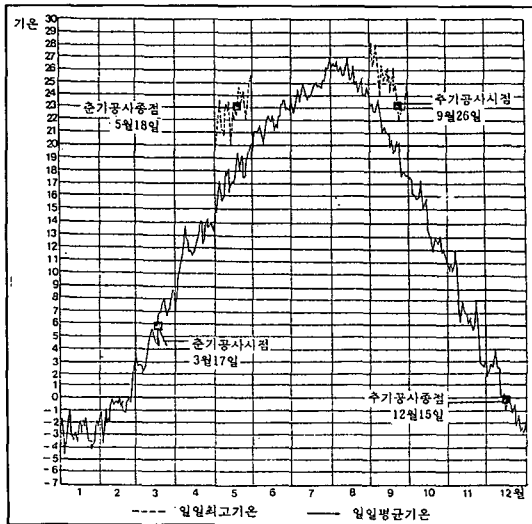
연중 강수일수의 분포는 1월부터 점차적으로 증가하여 7월 장마기에 가장 많은 공사 불가능일수/공사불가능 개연일수(11.8일/17.1일)를 나타내며 기온조건을 충족시키는 3월(2.6일/7.2일), 4월(2.9일/7.9일), 5월(4.6일/8.4일), 9월(5.5일/9.3일), 10월(2.3일/6.3일), 11월(3.0일/8.9일), 12월(1.0일/7.6일)로 나타나고 있다.(표 10 참조)

나) 기온에 의한 공사가능일수 산정

서울지역에서의 조경식재공사는 春期, 秋期로 나누어져 시행이 되고 있다. 춘기는 앞에서 언급한 것처럼 온도기준과 토양해빙기준 2가지로 나타낼 수 있는데 10年間の 기상자료를 분석한 결과 2월25일을 전후해서 영상의 기온을 보여주고 있으며 토양해빙기간인 10일을 고려할 경우 3월 7일 정도가 식재가능 시점으로 고려될 수 있다. 그러나 설문응답결과인 일일평균기온 5.95℃를 적용할 경우 이보다 10일 정도 지연된 3월 17일 전후로 나타나고 있다. 그 이유는 기온조건이 서울지역만을 대상으로 했으나 식재공사를 진행하기 위해서는 수목굴취작업이 선행되어야 하므로 식재굴취장소의 측성을 고려 할 때 실제 해토

〈표 11〉 식재공사 가능기간

구분	CODE ¹⁸⁾			CUMUL.		
		FREQ.	PERCENT	FREQ.	CUMUL.	
춘기 공사 시점	4	1	1.0	1	1.0	
	5	2	2.0	3	3.1	
	6	18	18.4	21	21.4	
	7	31	31.6	52	53.1	
	8	30	30.6	82	83.7	
	9	13	13.3	95	96.9	
	10	3	3.1	98	100.0	
	MINIMUM 4 MAXIMUM 10 MEAN 7.4082 STD.DEV. 1.1473					
	춘기 공사 종점	10	3	3.1	3	3.1
		12	14	14.3	17	17.4
13		22	22.4	39	39.8	
14		31	31.6	70	71.4	
15		18	18.4	88	89.8	
16		4	4.1	92	93.9	
17		2	2.0	94	95.9	
18		1	1.0	95	96.9	
19		3	3.1	98	100.0	
MINIMUM 10 MAXIMUM 19 MEAN 13.8878 STD.DEV. 1.6528						
추기 공사 시점	22	1	1.0	1	1.0	
	24	10	10.3	11	11.3	
	25	29	29.9	40	41.2	
	26	30	30.9	70	72.2	
	27	16	16.5	86	88.7	
	28	10	10.3	96	99.0	
	29	1	1.0	97	100.0	
	MINIMUM 22 MAXIMUM 29 MEAN 25.8557 STD.DEV. 1.2416 MISSING 1					
	추기 공사 종점	32	2	2.1	2	2.1
		33	5	5.1	7	7.2
34		49	50.5	56	57.7	
35		35	36.1	91	93.8	
36		6	6.2	97	100.0	
MINIMUM 32 MAXIMUM 36 MEAN 34.3918 STD.DEV. 0.7673 MISSING 1						



자료 : 1993년~1992년 기상청 서울기온

〈그림 4〉 조경식재공사 시점·종점 선정도

註 18) CODE는 설문조사결과분석을 위하여 1개월을 3등분(초순, 중순, 하순)하여 1년을 36등분 한 것임.(예 : CODE 7은 3월 초순)

시기는 서울지역보다 늦기 때문이다. 춘기공사 종점은 본 연구의 분석결과인 23.38°C를 적용할 경우 5月中旬(5월18일)에 해당되며 대한 주택공사의 춘기식재공사 종점과 거의 비슷한 시기에 해당된다.

추기공사시점도 춘기공사종점과 마찬가지로 23.38°C를 최고기온으로 하여 시점을 선택하여 9월 26일에 해당된다. 추기공사종점은 토양의 동결과 관계되므로 토양동결여부를 고려해야 한다. 앞에서 언급한 것처럼 기상자료분석결과 일일평균기온값이 영하의 기온이 시작되는 날은 12월 中旬(15일)경으로 나타나고 있다.

공사기간에 대한 직접설문응답내용에서는 춘기공사시점 3월14일, 춘기공사종점 5월19일, 추기공사시점 9월19일, 추기공사종점 12월14일로 응답하고 있어 거의 비슷한 양상을 나타내고 있지만 춘기공사시점은 3일, 추기공사시점은 7일 빠르게 나타나고 있으며 이것은 현장기술자의 인식의 차이에 기인된 것이라 할 수 있다.(표 11).

IV. 연구결과

분석결과 춘기공사시점 3월17일 종점 5월18일, 추기공사시점 9월26일 종점 12월 15일로 하여 강수조건과 기온조건을 만족시키는 공사가능일수를 산정한 결과는 (표 12)와 같다.

(표 12) 氣象要因을 고려한 造景植栽 工事 可能日數

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	계	비	고
최소일	-	-	7	22	15	-	-	-	4	24	21	13	106	춘기44일 추기62일	
최대일	-	-	12	27	16	-	-	-	5	28	27	15	130	춘기55일 추기75일	

* 기온조건에 의해 공사가능기간이 1개월이 되지않는 기간(3월, 5월, 9월, 12월)은 해당기간만의 강수일수 평균치를 기초로 산정

이상과 같이 기상요인이 조경식재공사에 미치

는 영향과 이에 따른 년중 조경식재공사 가능기간을 설정하였다. 이러한 결과를 建築工事(표13)와 비교해 보면 다음과 같다.

- ① 건축공사의 기상요인에 의한 工事可能日數는 서울지역의 경우 연 174日(梁克永, 1987, p.22.)에 달하는 반면 본 연구의 결과를 기준으로 식재공사는 最大日 기준으로 130일, 最少日 기준으로 106日로서 절대적으로 工事可能日數가 부족하다.
- ② 건축공사도 동절기와 장마기에는 工事可能日數가 줄어들지만 완전중단되지는 않으나 조경식재공사는 동절기와 하절기에는 공사가 완전 중단되는 양상을 나타내고 있다. 이것은 다른 작업조건은 거의 비슷하지만 조경수목의 생명성과 식재공사의 대부분 옥외에서 진행되기 때문이다.
- ③ 이러한 양상은 지역에 따라 다소 다른 경향을 나타내므로 식재공사기간 설정시 이에 대한 고려가 필요하다.

(표 13) 氣象要因을 고려한 建築工事 可能日數 (서울지역)

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	계
건축공사 가능일수	5	9	22	20	22	17	6	3	17	22	18	13	174日

자료 : 梁克永, 氣象條件이 建築工程 計劃에 미치는 影響에 관한 研究(韓國 地域別 氣象曲線을 중심으로), 東國大學校 大學院 博士學位論文, 1987, p.22.

V. 결 론

본 연구가 기존에 造景植栽 工事期間 설정에 있어 불확실성을 줄이는데 도움이 될 것으로 생각되며 특히 造景植栽 工事의 始點과 終點에 대한 기준을 제시함으로써 造景植栽 工事의 工程管理에 기여할 수 있으며 月別 降水에 의한 植栽不可能日數를 산정함으로써 조경기술자들이 미리 이에 대한 대처를 할 수 있는 정보를 제공했다는 것에 의의가 있다고 볼 수 있다. 이와같은 긍정적인

측면과는 달리 기상요인의 不確定性으로 인한 불가피한 다음과 같은 문제가 발생됐다.

- ① 10년간 氣象資料를 활용하여 불확실성을 최소화하려 했으나 이상기후시 실제적용의 오차발생가능성이 있다.
- ② 樹木 生育條件은 단지 기온과 강수뿐만 아니라 바람, 습도, 미기후에 의한 영향을 받게 되는데 이에 대한 분석을 배제시킴으로써 오차발생가능성이 있다.
- ③ 현장관찰 및 식물생리학적 연구를 통한 실제적인 검증이 결여되어 실제적용의 타당성의 문제발생 여지가 있다.

이러한 문제점들은 계속적으로 연구되어야 할 과제이며 추가적으로 造景施設物工事의 工事管理에 대한 연구와 기타 다른 工事管理 影響要因에 대한 복합적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

1. 金光植 外 19人 (1982) 「韓國의 氣候」, 一志社.
2. 金光雄 著 (1988) 「社會科學研究方法論」, 博英社.
3. 金萬河 (1988) 「土木工事의 地域別 作業可能日數 推定에 관한 研究」, 中央大學校 建設大學院 碩士學位論文.
4. 金三石 外 5人 (1990) 「最新 土木施工學」, 螢雪出版社.
5. 金蓮玉 (1991) 「氣象學概論」, 正益社.
6. 金禎炫 (1984) 「最新 建築施工學」, 技文堂.
7. 氣象廳 「氣象月報」, 1983년 1월 - 1992년 12월.
8. 大韓住宅公社 (1992) 「造景工事 標準施方書」.
9. 大韓住宅公社 (1992) 「造景設計基準」.
10. 蘇鮮燮, 李天雨 (1992) 「氣象觀測法」, (株)敎文社.
11. 宣炳澤 (1989) 「建築施工學」, 創知社.
12. 安奉遠, 徐聖澈 共著 (1989) 「造景工學」, 普成文化社.
13. 梁克永 (1987) 「氣象條件이 建築 工程計劃에 미치는 影響 연구」, 東國大學校 大學院 博士學位論文.
14. 尹國炳 (1985) 「造景樹木學」, 一潮閣.
15. 李環會 (1992年 5月) “흙과 人間環境”, 「大韓建築學會誌」, 第166號.
16. 任正男 外 3人 (1987) 「農業氣象 用語解説」, 鄉文社.
17. 韓國造景學會 (1991) 「造景植栽設計論」, 文運堂.
18. 洪性吉 (1992) 「氣象分析和 日氣豫報」, 敎學研究社.
19. 洪淳馨 (1983) 「植物生態學」, 光林社.
20. 鈴木俊男 外 8人 著 (1990) 建設圖書 編輯部 譯, 「最新 道路 橋構造物의 設計計算例」, 建設圖書.
21. 中島 廣 著 (1992) 「植栽 設計 施工 管理」, 財團法人 經濟調查會.
22. Ahuja, H.N. 著 李培浩 譯 (1986) 「建設工事管理論」, 歐美會館.