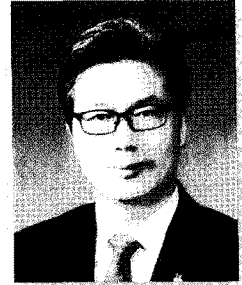


조경식재 공사시 조정수 뿌리분의 크기



홍성래 | 공학박사
총목조정건설 대표
6789hong@hanmail.net

조경공사는 살아있는 생물체를 다루어 공사를 진행한다는 점에서 다른 유사 공정과 구분된다고 볼 수 있다. 과거에는 대부분 인력에 의해 식재공사를 수행하였지만, 최근에는 장비를 활용하여 수목의 굴취에서 이식하기까지 모든 공정에 광범위하게 적용하고 있다. 특히 최근에는 대형목을 이식하는 공사가 늘어남에 따라 장비의 활용은 필수가 되었다. 이와 같이 조경식재 공사에 장비가 활용되면서 공정이 간소화되기는 하였지만, 수목 식재 공사후의 하자목은 여전히 발생되고 있는 추세이다. 하자목에 대한 발생원인은 여러 가지가 있겠지만, 그 중에 하나가 바로 뿌리분 제작과정에서 오는 차이점이라고 볼 수 있다. 수목은 토양에 뿌리를 내리고 생육을 하지만, 공사현장으로 반입되어 이식될 경우에는 뿌리의 원활한 활착을 위해 뿌리분을 제작하여 운반하는 것이 일반화 되어 있다. 그러나 아직까지도 뿌리분 제작에 대한 기준이 명확히 제시되어 있지 않아 혼란을 초래하는 경우가 자주 발생되고 있으며, 시중에 소개된 조경식재에 관한 설계지침서 또한 모호한 근거와 기준으로 현업에 종사하고 있는 실무자들에게 혼란을 초래할 소지가 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 명확한 뿌리분 제작을 위해 국내외의 뿌리분 크기에 대한 기준을 살펴보았으며, 현장 실험의 결과를 제시하여 뿌리분 크기에 대한 기초자료를 제시하고자 하였다.

■ 뿌리분 제작의 일반적 개요

1. 뿌리분의 크기

1) 국내의 기준

어린 묘목이나 근원직경이 5cm보다 작은 활엽수를 늦가을이나 이른 봄에 이식할 경우에는 나근(裸根) 상태로 할 수 있으며, 또한 철쭉류나 회양목, 수국, 사철나무와 같이 잔뿌리가 많아 흙이 떨어져 나갈 우려가 적은 수목은 뿌리를 새끼로 감거나 짚을 대줄 필요가 없으므로 뿌리를 굴취 한 다음 그대로 운반하여 나근상태로 식재하는 경우가 많다. 그러나, 수목이 생장하여 성목이 된 후에는 나근 상태로 이식하는 것보다 뿌리분을 만들어 식재하는 것이 이식 후 고사할 확률을 줄일 수 있으므로, 상록수를 이식하거나 중경목, 대경목을 이식할 경우 뿌리와 흙을 함께 붙여서 뿌리분을 만들면 뿌리의 활착이 좋아 고사할 확률이 적어진다(윤국병, 1997; 이경준과 이경제, 2001).

국내에서 조정수를 이식 공사할 때 제시되고 있는 뿌리분 크기를 살펴보면 다음과 같다. 뿌리분의 직경은 이식의 난이도에 따라 이식이 용이한 수종은 근원직경(D)의 4배(4D), 중간인 수종은 5배(5D), 이식이 어려운 수종은 6배(6D)를 기준으로 하며, 이식시기의 완급과 식재지의 상황 등에 따라 조정 할 수 있다고 하였다(문석기 외 7인, 1997). 뿌리분의 크기는 근원직경에 의한 배율을 고려하여 결정하는 방식이외에도, 계산식에 의하여 결정될 수 있으며(건설교통부, 1996; 문석기 외 9인, 1997; 윤국병, 1997), 그 식은 다음과 같다.

$$\text{뿌리분의 직경(Cm)} = 24 + (N - 3) \times d \dots\dots\dots\text{식 1}$$

식에서, N=근원직경(cm), d=상수4(낙엽수를 털어서 올릴 때는 5)

조경설계기준(1999)에서는 뿌리분의 크기를 근원직경의 5~6배로 하는 것을 제시하고 있으며 뿌리의 분포, 2차 근 발생여부, 심근성, 천근성, 조밀도, 토양의 상태, 숲의 구조 등을 사전 조사하여 가장 적절한 크기로 결정해야 한다고 명시하고 있다.

심근성 수종인 소나무, 전나무, 목백합, 자목련, 참나무류, 낙우송 등은 조개분으로 천근성 수종인 버드나무, 가문비나무, 눈주목, 편백, 사철나무 등은 접시분으로 제작하고 중간정도의 특성을 지닌 플라타너스, 은행나무, 벗나무, 향나무, 단풍나무, 측백나무 등은 보통분으로 제작하는 것이 일반적이다(日本造園學會, 1985; 건설교통부, 1996; 윤국병, 1997; 문석기 외 9인, 1997; 日本公園綠地協會, 1998; 한국조경학회, 1999).

2) 국내의 뿌리분 크기의 변화

다음의 표 1~2는 건설교통부의 승인을 받아 한국조경학회가 발간한 조경공사표준시방서와 조경설계기준에서 제시하고 있는 뿌리분 크기에 대한 내용을 정리한 것이다. 표 1의 조경공사 표준시방서에서는 「식재」의 수목굴취편에서 뿌리분 크기에 대한 내용을 다루고 있다. 1996년에는 계산식을 이용하여 뿌리분 직경을 구했던 것을 2003년 이후에는 계산식을 삭제하고 뿌리분 직경은 근원직경의 4배로 규정하고 있다. 그러나 이때에도 가장 중요한 근원직경을 측정하는 지점을 정확히 제시하고 있지 못하고 있어 여전히 정확한 뿌리분 제작에 어려움을 초래하고 있는 실정이다.

표 1. 조경공사 표준시방서의 뿌리분 크기 변천

년 도	뿌리분 모양 및 크기	세부내용
1996년	<p>일반적인 나무 (보통분) 심근성 수종 (조개분) 천근성 수종 (접시분)</p>	<p>표준적인 뿌리분의 크기는 아래의 방식으로 산출하며, 분의 깊이는 세근의 밀도가 현저히 감소된 부위로 한다. 뿌리분 직경 = $24 + (N - 3) \times d$ N: 근원직경 d: 상수 4 (떨어서 올릴 때는 5)</p>
2003년	<p>보통분 (일반 수종) 조개분 (심근성 수종) 접시분 (천근성 수종)</p>	<p>표준적인 뿌리분의 크기는 근원직경의 4배로 하며, 분의 깊이는 세근의 밀도가 현저히 감소된 부위로 한다.</p>
2008년	<p>보통분 (일반 수종) 조개분 (심근성 수종) 접시분 (천근성 수종)</p>	<p>표준적인 뿌리분의 크기는 근원직경의 4배로 하며, 분의 깊이는 세근의 밀도가 현저히 감소된 부위로 한다.</p>

자료 : 한국조경학회(1996, 2003, 2008), “조경공사표준시방서” 「건설교통부 승인」 자료를 재구성한 것임.

표 2는 한국조경학회에서 발행된 조경설계기준(건설교통부승인)「수목식재」뿌리돌림 편의 뿌리분 크기에 대한 기준을 년도별로 재구성한 것이다. 뿌리분 크기는 근원직경의 5~6배를 표준으로 제시하고 있으나 이는 조경공사 표준시방서에서 제시하고 있는 근원직경의 4배와는 다소 차이가 있어 혼란을 초래하고 있다. 더욱이 발행된 곳이 같은 곳이라는 점에서 문제의 소지가 있다. 또한 조경설계기준에서도 근원직경을 측정하는 지점을 정확하게 제시하고 있지 못한 점은 조경공사표준시방서와 같다.

표 2. 조경설계기준에서의 뿌리분 크기 변천

년 도	세부내용
1999년	뿌리돌림시의 뿌리분의 크기는 근원직경의 5~6배를 표준으로 하나 뿌리의 분포, 2차근 발생 여부, 심근성, 천근성, 조밀도, 토양의 상태, 숲의 구조 등을 사전 조사하여 가장 적절한 크기를 결정한다. 일반 수목의 뿌리분은 보통분을 하며, 조개분은 심근성 수목에 적용하고, 접시분은 천근성의 수목에 적용한다.
년 도	상 등
년 도	상 등

자료 : 한국조경학회(1999, 2002, 2007), "조경설계기준"「건설교통부 승인」 자료를 재구성한 것임.

3) 외국의 기준

일본의 경우, 뿌리분 크기는 보통 근원직경의 4~5배 정도(日本造園學會, 1985)로 하고 있으나 뿌리분의 크기를 다소 작게 제작할 때에는 근원직경의 3~5배(新田伸三, 1978)로 하기도 한다. 미국의 경우는 수간(樹幹)직경이 10cm미만인 수목은 지상 15cm높이에서, 10cm이상 되는 나무는 지상 30cm높이에서 측정한 값을 근원직경(D)으로 하고 있으며, 뿌리분의 크기는 앞에서 측정된 근원직경의 10~12배가 되도록 제작한다(Harris, 1992). 우리나라와는 달리 근원직경의 측정부위가 명확하며, 뿌리분의 크기도 크다는 점에 주목할 만하다. 대부분의 조경수목 이식공사에 사용되는 수목의 뿌리는 토양표면으로부터 75cm에 분포하고 있으므로 뿌리분 높이는 최고 100cm이면 충분하다(Harris, 1992).

표 3. 이식목 뿌리분의 일반적인 규격(미국 국립표준협회, 1986)

수간직경 (cm)	직경측정부위	수고의 범위 (m)	뿌리분의 직경 (cm)
1	지상 15cm높이	0.6~1.3	20
2		1.3~2.5	35
4		2.1~3.5	55
5		2.7~4.0	65
6		3.1~4.5	70
8		3.7~4.8	80
10	지상 30cm높이	4.0~5.3	100
12		-	120
14		-	140
15		-	150

*이경준·이승재, 2001, 조경수 식재관리술, 서울대학교출판부, p.92에서 재인용.

■ 사례 실험(뿌리분 크기에 따른 수목의 생육 특성)

1. 수목선정 및 뿌리분 굴취

사례 실험은 본 저자의 석사학위 논문을 재구성한 것으로서, 수목은 조경공사 현장에 많이 사용되는 계수나무와 벚나무를 이용하였다(홍성래, 2003). 먼저 계수나무와 벚나무의 근원직경을 측정할 후, 각 수목의 식재점을 중심으로 근원직경의 3배(3D), 4배(4D), 5배(5D), 6배(6D)가 되도록 지표면에 원을 그렸다. 그려진 원을 기준으로 하여 숙달된 작업자가 굴취삽을 이용하여 뿌리분을 굴취하였다. 굴취된 뿌리분을 3D, 4D, 5D, 6D로 구분한 후 뿌리분의 이탈 및 뿌리분의 안정을 위하여 새끼감기를 실시하였다. 뿌리분은 각 크기별로 3반복씩 만들어 이용하였다.

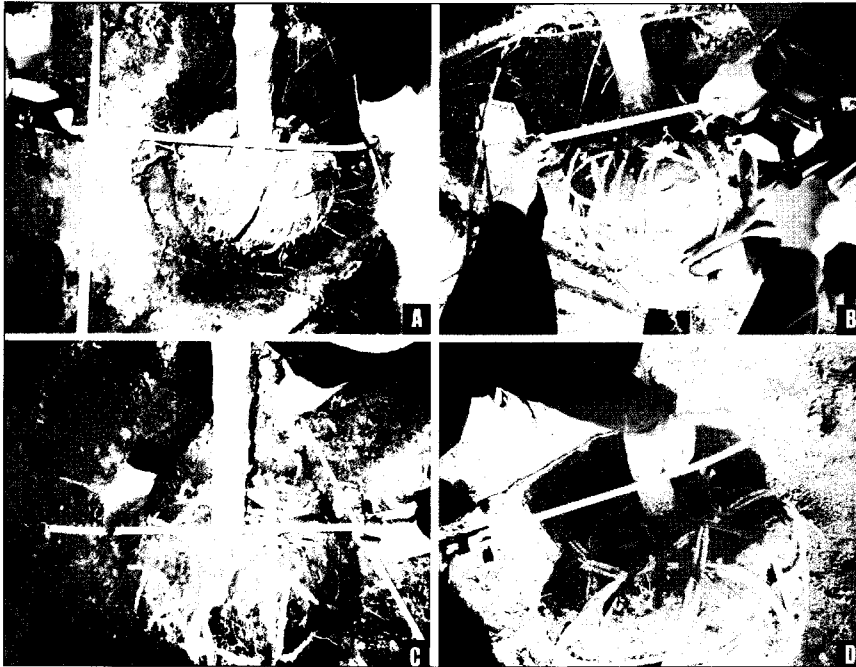


그림 1. 계수나무의 부리분 제작 : (A)3D, (B)4D, (C)5D, (D)6D.

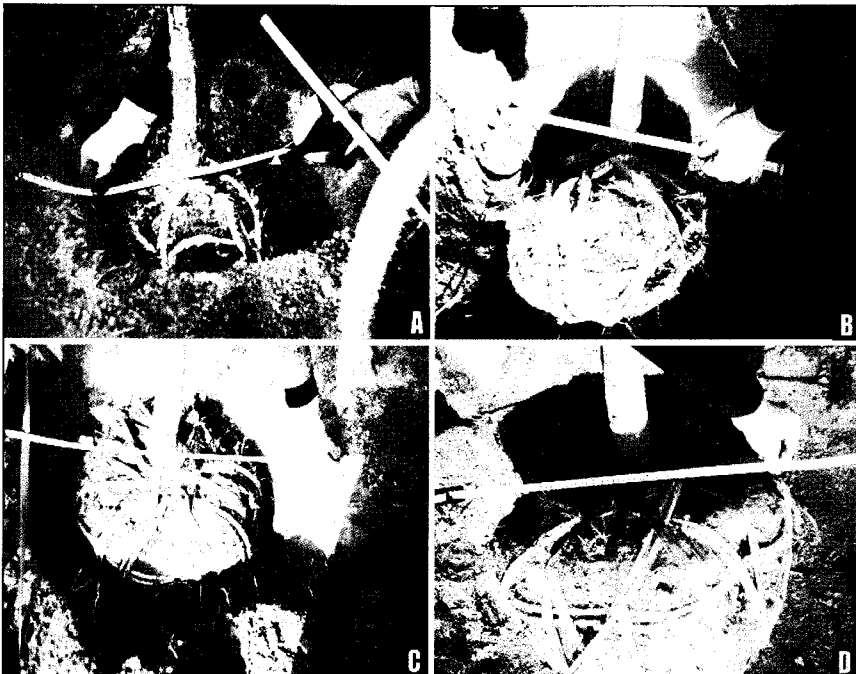


그림 2. 벚나무의 부리분 제작 : (A)3D, (B)4D, (C)5D, (D)6D.

2. 생육상태 조사 및 분석

조경수목 식재 공사시 적합한 부리분의 크기를 규명하기 위한 생육조사는 신엽의 발아세 및 엽군(葉群)의 밀도를 측정하였으며, 측정방법은 시각적 품질평가 방법을 이용하였다.

시각적 품질평가(Visual rating)는 식재 공사 후 조경수목의 생육상태를 육안에 의해 종합적으로 평가하는 방법으로써 본 연구에서는 뿌리분의 크기에 따라 식재된 계수나무와 뱃나무의 신엽발아세와 엽군의 밀도가 가장 우수한 상태를 9점, 가장 나쁜 생육상태를 1점으로 하여 1~9점까지의 점수를 부여하였다. 계수나무와 뱃나무의 신엽발아세 및 엽군의 밀도를 측정할 시각적 품질조사는 뿌리분의 크기인 3D, 4D, 5D, 6D별로 수행하였다. 모든 결과는 SAS system for window V8(SAS institute Inc, 2002)을 이용한 분산분석(ANOVA)을 통하여 이루어 졌으며, 각 뿌리분 크기에 따른 시각적 품질 평가의 차이는 최소유의차(LSD)를 이용하여 검정하였다.

3. 뿌리분 크기에 따른 계수나무와 뱃나무의 생육 특성

2002년 4월 1일 측정까지는 뿌리분 크기에 따른 생육의 차이가 없었다. 그러나 4월 15일 이후에는 4D 이상으로 뿌리분을 제작한 실험구에서의 생육이 우수한 경향을 나타냈다. 4월 30일 이후 6D에서 가장 우수한 생육특성을 나타냈지만, 4D와 5D와는 통계적 유의차가 없는 것으로 나타났다. 2003년 실험결과에서는 4D이상의 뿌리분 크기로 제작된 계수나무의 생육특성이 우수한 것으로 나타났다. 따라서 계수나무의 뿌리분은 생육특성의 결과로 미루어 보아 4D 이상으로 제작하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

표 4. 계수나무 뿌리분 크기에 따른 시각적 품질평가^z

뿌리분 크기	2002								2003 [*]		
	3/16	4/1	4/15	4/30	5/15	5/30	6/15	6/30	3/30	4/15	4/30
3D	2.0	3.0	3.0b ^y	4.0b	4.0b	4.7b	5.0b	5.3c	2.8	5.4b	6.8b
4D	2.0	3.0	4.0a	4.3ab	5.3a	5.7ab	6.3ab	6.7bc	3.0	8.0a	8.7a
5D	2.0	3.0	4.0a	4.3ab	5.3a	6.0ab	7.0a	8.0ab	3.0	8.0a	9.0a
6D	2.0	3.0	4.0a	5.0a	6.0a	7.0a	7.7a	8.7a	3.0	8.0a	9.0a
LSD(0.05)	N.S	N.S	0.0	0.8	0.8	1.8	1.3	1.9	N.S	2.8	1.6

^z Based on a 1-9 scale(1=poor quality, 9=high quality).

^y Within a column, value followed by the same letter are not significant different at $\alpha=0.05$ according to the LSD-test.

^{*} One out of nine trees was dead in 2003.

뱃나무의 2002년 생육실험의 결과에서는 4월 15일 이후의 생육결과 5D로 뿌리분을 제작한 실험구의 생육이 가장 우수한 것을 알 수 있었다. 2003년 4월 15일 측정에서는 4D 이상으로 뿌리분이 제작된 실험구에서 생육이 우수한 것으로 나타났다. 따라서 뱃나무의 경우 최적의 생육을 나타내기 위해서는 적어도 4D이상으로 뿌리분을 제작하는 것이 유리하며, 좋은 품질을 유지하기 위해서는 5D이상으로 뿌리분을 제작하는 것이 좋은 생육을 유지할 수 있는 것으로 나타났다.

표 5. 뱃나무 뿌리분 크기에 따른 시각적 품질평가^z

뿌리분 크기	2002								2003 [*]		
	3/16	4/1	4/15	4/30	5/15	5/30	6/15	6/30	3/30	4/15	4/30
3D	2.0	3.0	3.0b ^y	4.0b	4.3c	4.7b	5.3c	6.3b	2.8	5.4b	6.8b
4D	2.0	3.0	3.3b	4.0b	5.0b	5.3b	6.3c	7.0b	3.0	8.0a	9.0a
5D	2.0	3.0	4.0a	5.0a	6.0a	6.7a	7.3ab	8.3a	3.0	8.0a	9.0a
6D	2.0	3.0	4.0a	5.0a	6.0a	7.0a	8.0a	9.0a	3.0	8.0a	9.0a
LSD(0.05)	N.S	N.S	0.5	0.0	0.5	1.1	1.1	0.8	N.S	2.8	1.4

^z Based on a 1-9 scale(1=poor quality, 9=high quality).

^y Within a column, value followed by the same letter are not significant different at $\alpha=0.05$ according to the LSD-test.

^{*} One out of nine trees was dead in 2003.

4. 뿌리분 크기에 따른 계수나무와 벚나무 생육특성 종합고찰

계수나무는 뿌리분의 크기가 4D 이상일 때 우수한 엽근의 밀도가 나타났으며, 벚나무인 경우는 5D 이상일 때 엽근의 밀도가 우수했다는 사실로 미루어 계수나무의 최소 뿌리분 크기는 4D, 벚나무인 경우는 5D라고 볼 수 있다. 계수나무와 벚나무 모두 3D의 뿌리분에 가장 낮은 엽근 밀도를 나타낸 것으로 미루어 볼 때 3D로 뿌리분을 제작할 경우 초기의 생육과 뿌리활착에 다소 불리할 것으로 판단된다. 특히 2003년 3월 30일 측정에서는 3D로 뿌리분을 제작한 계수나무와 벚나무의 처리구에서 각각 1개의 고사목이 발생하였다. 이와 같은 결과는 뿌리분을 작게 제작하여 초기 뿌리활착이 원활히 이루어지지 않아 발생된 것으로 판단된다.

따라서 뿌리분의 크기는 고사목이 발생하지 않는 범위에서 가장 최소로 제작할 경우에는 4D로 하는 것이 좋으며, 비교적 우수한 생육을 기대할 경우에는 5D로 제작하는 것이 가장 유리한 뿌리분의 크기라고 사료된다. 뿌리분의 크기가 너무 작게 되면 이식후의 생육이 좋지 못하며, 크기가 너무 클 경우에는 운반비가 상승되는 요인으로 작용한다. 또한 근원직경에 비해 뿌리분의 크기가 너무 크게 될 경우에는 무게중심을 잃어 뿌리분이 운반도중 부서지는 경향이 있으므로 생육과 운반비 등의 원가절감을 고려하여 적절한 뿌리분의 크기를 결정해야 한다.

특히 수령이 500년 이상인 팽나무를 이식한 공사에서도 뿌리분의 크기를 4D로 제작(임재홍 외 2인, 2002)하여 이식한 후 원활한 생육을 유지했다는 결과에서 알 수 있듯이 뿌리분의 크기를 지나치게 크게 제작할 경우 운반비와 인건비의 상승을 초래할 소지가 있으며, 4D이하로 작은 뿌리분을 제작할 경우 이식 후 고사할 확률이 크다는 것을 염두에 둔 공사의 사례라고 판단된다.

따라서 현재 모호하게 제시되고 있는 뿌리분 제작과정과 크기에 대한 내용을 유사한 실험과 현장 경험을 통하여 더욱 명확히 제시함으로써 식재공사를 수행할 때 활착율을 높일 수 있는 계기를 마련하였으면 한다. 🌳

□ 참고문헌 □

1. 건설교통부, 1996, 2003, 2008, 조경공사표준시방서(건설교통부 제정), 한국조경학회.
2. 문석기 외 9인, 1997, 조경설계기준(한국수자원공사), 한국조경학회.
3. 윤국병, 1997, 조경수목학, 일조각.
4. 이경준 · 이승제, 2001, 조경수 식재관리술, 서울대학교 출판부.
5. 한국조경학회, 1999, 2002, 2007, 조경설계기준(건설교통부 승인), 기문당.
6. 홍성래, 2003, 조경수 뿌리분의 크기가 활착에 미치는 영향, 청주대학교 석사학위논문.
7. Harris, R. W., 1992, Arboriculture: Integrated management of landscape trees, shrubs, and vines, Prentice-Hall, Inc.
8. 新田伸三, 1978, 設計 · 施工 造園技術大成, 養賢堂.
9. 日本公園綠地協會, 1998, 造園施工管理, 第一法規出版株式會社.
10. 日本造園學會, 1985, 造園ハンドブック, 技報堂出版株式會社.