

노거수 위험도 평가지표 선정 연구

시아티엔티엔* · 강태호**

*동국대학교 대학원 조경학과 · **동국대학교 경주캠퍼스 조경학과

The Evaluation Indexes' Selection of the Degree of Danger from Big and Old Trees

Xia, Tian-Tian* · Kang, Tai-Ho**

*Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Dongguk University

**Dept. of Landscape Architecture, Dongguk University Gyeongju Campus

ABSTRACT

Strengthening the protection and management of very old trees is an important aspect of urban site preservation, urban design and construction. Rating various danger factors to evaluate the degree of danger posed can help to create the correct protective countermeasures. In order to develop the danger evaluation index, this study performed four round surveys by using the Delphi method and collected opinions from experts in related fields. Necessary indexes were fully added in the first and second round while the indexes falling beyond the guidelines were deleted. From the final analysis results, five areas derived a total of forty-one indicators to create a degree of danger index from vigour status, growth and development status, diseases and insect pests, soil status, and management status. The degree of danger evaluation index can provide basic data for the protection of very old trees.

Key Words: Delphi Method, CVR, Cronbach α

국문초록

노거수의 보호 및 관리는 도시 유적 보존에 매우 중요하다. 노거수의 위험인자에 대한 위험도를 평가하면 정확한 보호대책을 수립할 수 있다. 본 연구는 노거수의 위험도 평가지표를 개발하기 위하여 델파이 기법을 이용하여 4차례에 걸쳐 설문조사를 실시하고, 관련 분야 전문가의 의견을 수렴하였다. 1, 2차 설문 과정 중에 필요한 지표를 추가하고, 2, 3차에서 중요도, 수렴도, 합의도 등 정상범위 밖에 있는 지표를 제외하였다. 최종 분석 결과, 위험도는 자체노화, 생육환경, 수목병해충, 토양상황, 관리 상태 5개 분야 총 41개 지표가 도출되었다. 연구 결과는 노거수의 위험도를 산정하기 위한 평가지표를 도출하는데 기초자료로 활용될 수 있다.

주제어: 델파이 기법, 내용타당도, 신뢰도

Corresponding author: Tai-Ho Kang, Dept. of Landscape Architecture, Dongguk University Gyeongju Campus, Gyeongju 38066, Korea. Tel: +82-54-770-2232, E-mail: kth@dongguk.ac.kr

I. 서론

본 연구는 노거수의 합리적인 관리와 과학적인 보존을 위한 위험도 평가지표개발에 그 목적이 있다. 수목의 입지현황, 개체 정보, 건강현황, 보호 관리현황, 토양현황, 경관현황 등 항목을 분석하고, 내부와 외부의 각종 위험 인자를 델파이 기법을 통해 노거수 위험도 평가지표를 제시한다.

노거수와 보호수의 위험 요인 및 보호관리에 대한 많은 연구가 계속되고 있다. 생육환경 분석을 통한 노거수 주변 환경 개선에 관한 연구를 수행하였다(Jung, 2009). 그러나 도시화와 환경오염, 잘못된 보존대책 등으로 인해 노거수의 보존을 어렵게 하고 있다. 대전광역시에는 도시 숲에 대한 식생, 토양, 수목 그리고 관리 등을 조사 및 분석하여 문제점을 도출하였다(Kim, 2011). 강원도는 도 내 분포하는 노거수의 생육현황과 제원 및 토양환경, 보호시설 현황을 파악하고, 보호대책을 수행하였다(Heo *et al.* 2011). 문화재청은 창덕궁의 식생현황 및 특징을 파악하고, 향후 변화상을 예측하여 식생의 관리방안을 제시하였다(Yang, 2015). 남해군은 남해물건리 방조어부림을 구성하는 수종의 직경급에 의한 구조 및 개체군의 동태분석과 각 수종별 성장방해인자를 평가하여 물건리 숲의 교란 위험도를 예측하였고, 현장 조사로 이루어진 자료들은 마을 숲의 식생, 구조와 소유, 관리, 시설물, 토양, 이용현황 등으로 분석하였다(Kang, 2014).

외국 연구자들도 보호수와 노거수에 대한 다양한 조사를 실시하였다. 1960년대 Paine는 수목의 잠재적인 위험 데이터 시스템을 구축하고, 건강 모니터링으로 응용하였다(Paine, 1978). 1980년대 미국 Vancouver Park Board는 나무의 위치, 수간, 가지, 뿌리 등 85개 지표로 상세한 나무 위험 시스템을 만들었다(Bakken, 1986). 이를 기초로 하여 Hickman은 나무의 성장환경, 구조, 수세 등 지표로 건강성을 평가하고, 수세, 수간상태, 경사도는 나무 건강의 3대 중요한 지표로 판단하였다(Gary *et al.* 1995). 그러나 각종 위험인자를 조사하고, 예방 조치를 제시한 이들 연구는 노거수 평가에 과학적 분석을 시도한 의미는 있으나, 대부분 외부형태를 간단하게 평가하고 있어, 수목의 생리적 지표 및 내부 상태, 뿌리상태 등에 대한 정확도는 부족하다.

따라서 본 연구는 노거수 선행 연구를 조사 분석하여 위험인자 지표를 분류하여 보다 심층적인 위험도 평가지표를 도출하는데 목적이 있다. 위험도 지표의 개발은 각 인자에 대한 전문적인 기술 및 보호 관리 방안 수립에 매우 중요한 요소이다.

II. 이론적 고찰

1. 노거수 위험도 평가

노거수 위험도란 노거수의 삶 속에서 진행되는 노화, 환경영향, 인위손상 등에 따른 위험 정도로 나타난다. 위험정도를 판단을 위한 정량적 인식을 위해 위험 지표의 선정은 매우 중요하다. 따라서 평가지표는 노거수의 형태, 성장현황, 병해충, 뿌리 상황, 수간 내부 상황, 환경 인자 등을 종합적으로 고려하여야 한다. 노거수 위험도의 객관적인 평가는 보호 관리를 위해 중요하다. 본 연구는 선행연구를 통해 평가지표의 후보군을 도출하고, 델파이 기법을 통해 최종 평가지표를 선정하였다.

2. 평가지표 후보군 도출

선행연구 및 전문가의 의견 등을 통해 노거수 위험도의 평가지표 후보군을 작성한다. 본 연구 중의 위험도 평가는 자체, 인위, 자연의 위험원인을 충분히 분석하고, 자체노화, 생육환경, 수목병해충, 토양현황, 관리 상태 등 5개 분야 다음과 같은 총 38개 후보 지표를 도출하였다.

자체노화란 수목의 활력에 관여하는 자체 위험 요소이고, 수세가 나무뿌리의 성장 상황을 대표할 수 있어서 항상 노거수의 위험 상태를 판단으로 이용하였다(<http://www.bjyl.gov.cn>). 활력도 세부항목은 수형, 가지의 신장과 발아, 잎의 크기 및 색, 고사지 및 쇠약지, 가지와 잎의 밀도, 유합조직 형성량, 부패 등으로 나타났다(Shin, 2017). 생육환경은 포장 상태, 배수성, 수광상태, 타수중침입, 복토깊이 등을 포함하였다(Cho, 2010). 또한 대기오염, 관광객의 답압, 기후 변화로 인한 병해 등에 의한 손상이 높다(Kim and Kim, 1995). 토양현황의 분석 항목은 토양산도, 유효인산, 유기물, 전질소, 양이온 교환용량 등이다(Yoo, 2001). 가해습성에 따른 수목의 해충은 뿌리가해 해충, 식엽성 해충, 흡즙성 해충, 천공성 해충, 충영형성 해충, 종실 해충으로 분류되었다(Lee, 2015). 노거수의 관리수단은 외과수술, 영양공급, 병해충 방제, 정밀조사 실시, 관리대책, 업무 순환 여부(Jung, 2008)에서 출발하고, 상관관계(Kim *et al.* 1996)가 적절하였는지도 연구 범위 안에 포함하여 평가지표 후보군을 선정하였다.

III. 연구방법

1. 델파이 기법

1) 전문가 설문조사

델파이 기법은 통계적 확률에 근거하여 대규모 표본조사는 필요 없지만 최소의 정규분포를 가정할 수 있는 표본 수는 30명이다(Lee *et al.* 2016). 본 연구 중에 설문조사에 참여한 전문가가는 조경학, 임학, 생태학, 원예학, 식물학, 산림학을 전공한 교육 및 연구 직종의 35명을 대상으로 서로 연락하지 않는 조건에서 실시하였다.

2) 델파이 기법의 수행과정

설문기간은 2016년 1월부터 2017년 4월까지 총 4차례를 실시하였다. 매회 설문에 대한 반응을 수집하여 집계한 결과를 다시 표본 조사자들에게 보내 그 의견들을 분석한다. 수행과정은 Figure 1과 같다.

2. 자료 분석

1차 조사를 진행한 후에 각 지표의 중요도, 즉, 평균값을 산출하고, 순위대로 2차 설문지를 만든다. 2~4차 설문결과는 SPSS 18.0을 사용하며, 중요도(M), 표준편차(SD), 중위수(Mdn), 사분범위 계수(Q₁, Q₃), 내용타당도 지수(Content Validity Ratio:

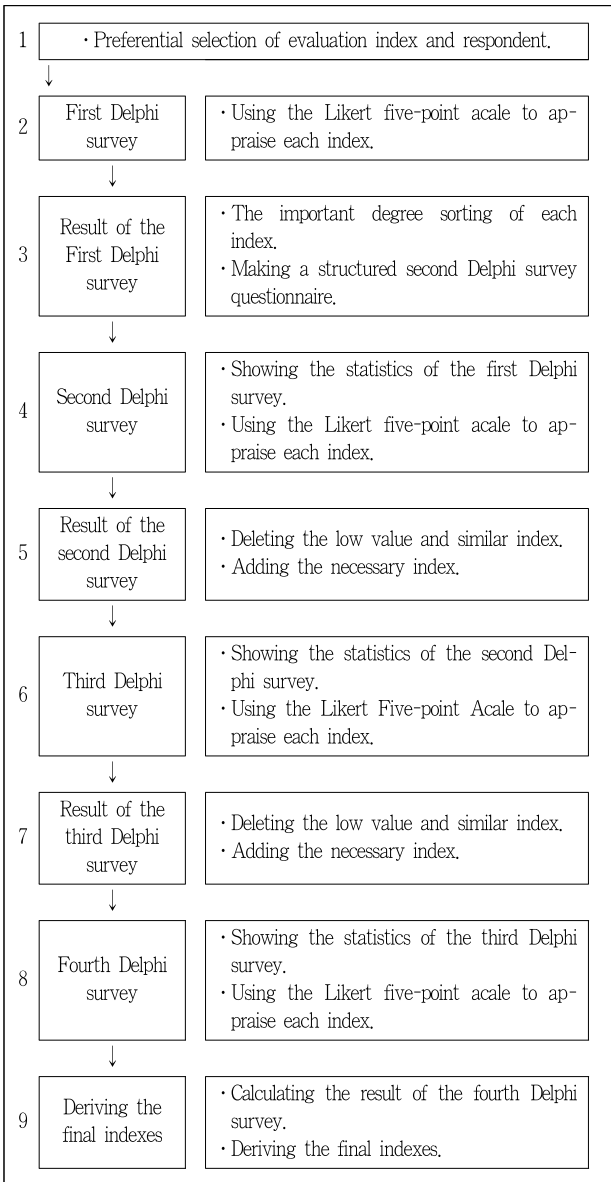


Figure 1. Process of the Delphi survey(Yu, 2015)

CVR), 수렴도(QD), 합의도(H) 등을 분석한다.

1) 내용타당도(CVR) 검증

본 연구는 Lawshe가 제시한 내용타당도 비율로 내용타당도를 검증하고, 응답자수에 따라 비율의 최소 값이 제시된다. 최소 값 이상이 되었을 때 해당 문항의 내용타당도가 존재한다고 판단할 수 있다.

$$CVR = (ne - N/2) / (N/2) \quad (\text{식 1})$$

ne: 중요하다고 응답한 응답자의 수에 따른 CVR의 최소 값은 Table 1과 같다. N는 응답자의 총수이다. 그러므로, 30명 전문가를 선택하면 CVR 최소 0.33이다.

2) 타당도(Validity) 검증

전문가의 의견 수렴과 합의 정도를 분석함으로써 타당도를 제시할 수 있다(Lee, 2001). 수렴도(QD)는 의견이 한 점에서 모두 수렴하였을 때, 0의 값을 가지며, 의견의 편차가 클 경우, 그 값이 커진다. 합의도(H)는 Q₁과 Q₃가 일치하여 완전 합의했을 때 1의 값을 가지며, 의견의 편차가 클 경우, 수치가 감소한다. 합의도는 0.75 이상, 수렴도는 0.5 이하로 설정한다(Im, 2012).

$$QD = (Q_3 - Q_1) / 2, H = 1 - (Q_3 - Q_1) / Mdn$$

Mdn: 중위수, Q₁: 제1사분위, Q₃: 제3사분위 계수

3) 신뢰도 검증

델파이 조사의 신뢰도 계수는 일반화 가능도 계수로 추정할 수 있는데, 이는 Cronbach α 계수와 동일하다(Lee, 2001). Cronbach α 계수는 SPSS 18.0을 이용하여 산출하였다. Cronbach α가 0.7 이상이면 신뢰도가 있는 것으로 판단된다.

IV. 결과 및 고찰

1. 제1차 델파이 결과 및 분석

노거수 위험도를 평가하기 위해 조경학, 임학, 생태학, 원예학, 식물보호학, 산림수목학 등 관련 분야 전문가 35명을 대상으로 총 4차례 델파이 기법 분석을 진행하였다. 연구대상 중에는 석사학위 이상, 실무 경력 5년 이상의 전문가가 82% 이

Table 1. Minimum value of CVR related to number of respondent

Number of respondent	15	20	25	30	35
Minimum value of CVR	0.49	0.42	0.37	0.33	0.31

p<0.05(Lawshe, 1975)

상이었고, 설문지는 전자메일로 보냈다. 응답한 사항은 모두 익명으로 처리되었다. 제1차 설문조사는 제한 없이 개방형 조사로 진행했으며, 응답률은 95%이다. 설문은 피조사자가 본 연구에 대한 이해와 평가지표에 대한 추가 의견을 제출하였다. 평가지표 및 중요도의 평가 결과는 Table 2와 같다.

자체노화 I은 수세, 수간 부패 상태, 가지의 고사 상태, 수형, 지엽의 밀도, 유합조직 형성, 가지의 신장과 발아, 잎의 색, 낙엽상태, 잎의 크기 순으로 나타났으며, 생육환경 II는 배수성, 수광 상태, 타수종 침입, 복토, 콘크리트 피복, 대기오염, 답압 순으로 나타났다. 수목 병해충 III은 뿌리가해 해충, 흡즙성 해충, 식염성 해충, 천공성 해충, 기후 병, 종실가해 해충으로 평가되었고, 미생물 병은 진균 병해, 세균 병해, 바이러스 병해 3가지로 구분하는 의견이 제시되었다. 토양현황 IV는 토성, 산도, 전질소, 유기물, 유효인산, 양이온치환용량, 양이온으로 나

타났으며, 토양건습도도 노거수 위험의 중요한 지표로 추가되었다. 관리상태 V는 병충해 방제, 영양공급 주기, 업무 순환주기, 관리대장 작성, 정밀조사 실시, 관리체제, 외과수술 주기 순으로 평가되었다.

2. 제2차 델파이 결과 및 분석

제2차 델파이 조사는 1차 조사의 결과를 기초로 1차 조사를 한 33명 전문가들에게 설문지를 보내고 의견을 수렴하였다. 응답률은 94%이고, 지표의 총수는 41개에 달한다. 평가결과는 Table 3과 같다.

자체노화 I 중에는 지엽의 밀도 및 가지의 신장과 발아 지표의 중요도가 증가하였으며, 수간경사도 지표를 추가하고, 잎의 크기 지표의 CVR, 수렴도, 합의도는 정상 범위를 초과하기

Table 2. Result of 1st Delphi survey

Group	Index	M	Order	Group	Index	M	Order	
I	Tree vigo(u)r	4.49	1	III	Root pests	4.30	1	
	Trunk rotting status	4.03	2		Suck juice pests	4.27	2	
	Branches' dead status	3.94	3		Defoliator	3.94	3	
	Tree form	3.76	4		Boring pests	3.85	4	
	Density of branches and leaves	3.73	5		Climatic disease	3.61	5	
	Callus formation	3.70	6		Seed pests	3.15	6	
	II	Elongation and germination	3.55	7	IV	Microbial disease	Fungal disease, bacterial diseases, virus disease	
		Leaf color	3.33	8		Soil property	4.18	1
		Leaves' fallen status	3.15	9		Soil pH	4.12	2
		Leaf size	3.03	10		Soil total nitrogen	3.73	3
III		Drainage	4.36	1		Soil organic matter	3.67	4
		Light accept condition	4.30	2		Soil effective phosphate	3.58	5
		Other tree species' intrusion	3.94	3		Cation exchange capacity	3.39	6
		Soil thickness	3.88	4	Cation	3.09	7	
		Concrete cover	3.82	5	Degree of dryness and wetness	Addition		
		Air pollution	3.73	6	Disease and insect pest control	4.36	1	
	Stamping	3.61	7	Nutrition supply	4.21	2		
IV	V	Business cycle	3.97	3	Management register	3.94	4	
		Precision survey	3.79	5	Inspection interval	3.76	6	
		Trees' surgery	3.58	7				

Table 3. Result of 2nd Delphi survey

Index		M	CVR	QD	H	Index		M	CVR	QD	H	
I	Tree vigo(u)r	4.71	0.87	0.0	1.00	II	Drainage	4.52	0.87	0.5	0.80	
	Trunk rotting status	4.45	0.81	0.5	0.80		Light accept condition	4.42	0.87	0.5	0.80	
	Branches' dead status	4.13	0.74	0.5	0.75		Other tree species' intrusion	4.07	0.61	0.5	0.75	
	Tree form	3.84	0.55	0.0	1.0		Soil thickness	4.10	0.61	0.5	0.75	
	Density of branches and leaves	4.09	0.68	0.5	0.75		Concrete cover	3.87	0.36	0.5	0.75	
	Callus formation	3.84	0.55	0.0	1.0		Air pollution	3.61	0.36	0.5	0.75	
	Elongation and germination	4.00	0.61	0.5	0.75		Stamping	3.74	0.48	0.5	0.75	
	Leaf color	3.65	0.42	0.5	0.75		Competition between the root system	Addition				
	Leaves' fallen status	3.52	0.36	1.0	0.75		Biological diversity	Addition				
	Leaf size	3.19	0.16	1.0	0.5		IV	Soil property	4.29	0.68	0.5	0.80
	Trunk inclination	Addition				Soil pH		4.13	0.55	0.5	0.75	
	III	Root pests	4.45	0.81	0.5	0.80		Soil total nitrogen	3.90	0.36	0.5	0.75
		Fungal disease	3.74	0.36	0.5	0.75		Soil organic matter	4.03	0.55	0.5	0.75
Bacterial diseases		4.29	0.94	0.5	0.75	Soil effective phosphate		3.87	0.42	0.5	0.75	
Virus disease		3.77	0.42	0.5	0.75	Cation exchange capacity		3.74	0.36	0.5	0.75	
Suck juice pests		3.97	0.68	0.0	1.00	Cation		2.84	-0.61	0.5	0.67	
Defoliator		3.81	0.36	0.5	0.75	Degree of dryness and wetness		3.94	0.42	0.5	0.75	
Boring pests		3.90	0.48	0.5	0.75	V		Disease and insect pest control	4.36	0.74	0.5	0.80
Climatic disease		3.77	0.42	0.5	0.75			Nutrition supply	4.16	0.61	0.5	0.75
Seed pests		2.87	-0.42	1.0	0.67		Management cycle	4.13	0.61	0.5	0.75	
Parasites		Addition					Management register	3.87	0.42	0.5	0.75	
II		Soil property	4.29	0.68	0.5		0.80	Precision survey	3.77	0.36	0.5	0.75
		Soil pH	4.13	0.55	0.5		0.75	Inspection interval	3.74	0.42	0.5	0.75
		Soil total nitrogen	3.90	0.36	0.5		0.75	Trees' surgery	3.68	0.36	0.5	0.75
	Soil organic matter	4.03	0.55	0.5	0.75		Lightning protection facilities	Addition				
	Soil effective phosphate	3.87	0.42	0.5	0.75							
	Cation exchange capacity	3.74	0.36	0.5	0.75							
	Cation	2.84	-0.61	0.5	0.67							
	Degree of dryness and wetness	3.94	0.42	0.5	0.75							
	Disease and insect pest control	4.36	0.74	0.5	0.80							
	Nutrition supply	4.16	0.61	0.5	0.75							
	Management cycle	4.13	0.61	0.5	0.75							
	Management register	3.87	0.42	0.5	0.75							
	Precision survey	3.77	0.36	0.5	0.75							
Inspection interval	3.74	0.42	0.5	0.75								
Trees' surgery	3.68	0.36	0.5	0.75								
Lightning protection facilities	Addition											

때문에 제외하였다. 생육환경 II 중에는 복토 및 답압의 중요도가 각각 타수중 침입과 대기오염 위로 변경되었다. 제외되는 지표는 없지만 근계 간의 경쟁 및 주변 생물 다양성이 추가 지표로 선정되었다. 수목 병해충 III은 뿌리가해 해충, 세균 병해, 흡즙성 해충, 천공성 해충, 식엽성 해충, 기후 병, 바이러스 병해, 진균 병해 순으로 나타났고, 종실가해 해충의 중요도는 낮게 나타났으며, CVR는 0.33 이하, 수렴도는 0.5 이상, 합의도는 0.75 이하로 제외하였다. 토양현황 IV 중의 유기물 지표는 전질소 지표 위로 상향되었고, 양이온은 제외되었다. 관리상태 V 중 피복시설 설치 지표가 추가되었다.

3. 제3차 델파이 결과 및 분석

제3차 델파이 조사는 2차 조사의 결과를 기초로 2차 조사에 응답한 31명 전문가들에게 설문지를 보내고, 의견을 수렴하였다. 응답률은 97%이고, 정상범위를 초과한 지표를 제외하면 지표의 총수가 43개에 달한다. 평가결과는 Table 4와 같다.

자체노화 I 중 지엽의 밀도와 수간 경사도 지표의 CVR이 낮게 나타나 제외하였다. 생육환경 II는 배수성, 수광 상태, 근계간의 경쟁, 복토, 타수중 침입, 답압, 콘크리트 피복, 주변 생물 다양성, 대기오염을 순으로 나타냈다. 수목병해충 III은 세

Table 4. Result of 3rd Delphi survey

Index		M	CVR	QD	H	Index		M	CVR	QD	H	
I	Tree vigo(u)r	4.73	0.73	0.5	0.8	II	Drainage	4.43	0.87	0.5	0.78	
	Trunk rotting status	4.40	0.6	0.5	0.8		Light accept condition	4.30	0.8	0.5	0.75	
	Branches' dead status	4.10	0.6	0.5	0.75		Competition between the root system	4.17	0.6	0.5	0.75	
	Elongation and germination	3.93	0.53	0.25	0.88		Soil thickness	4.13	0.73	0.5	0.75	
	Callus formation	3.87	0.47	0.5	0.75		Other tree species' intrusion	4.07	0.6	0.5	0.75	
	Tree form	3.83	0.4	0.5	0.75		Stamping	4.07	0.67	0.13	0.94	
	Leaf color	3.73	0.4	0.5	0.75		Concrete cover	3.87	0.47	0.5	0.75	
	Density of branches and leaves	3.67	0.47	0.5	0.75		Biological diversity	3.73	0.33	0.5	0.75	
	Leaves' fallen status	3.57	0.33	0.5	0.75		Air pollution	3.67	0.4	0.5	0.75	
	Trunk inclination	3.43	0.13	0.5	0.75		IV	Soil property	4.43	0.80	0.5	0.80
III	Bacterial diseases	4.3	0.87	0.5	0.75	Soil pH		4.30	0.80	0.5	0.75	
	Root pests	4.13	0.6	0.5	0.75	Degree of dryness and wetness		4.00	0.53	0.25	0.88	
	Fungal disease	4.07	0.73	0.0	1.00	Soil organic matter		3.93	0.6	0.0	1.00	
	Defoliator	3.90	0.53	0.13	0.94	Soil total nitrogen		3.87	0.4	0.5	0.75	
	Boring pests	3.87	0.60	0.0	1.00	Soil effective phosphate		3.63	0.33	0.5	0.75	
	Climatic disease	3.83	0.4	0.5	0.75	Cation exchange capacity		3.53	0.4	0.5	0.75	
	Parasites	3.8	0.47	0.5	0.75	V		Disease and insect pest control	4.40	0.73	0.5	0.80
	Virus disease	3.63	0.33	0.5	0.75			Management cycle	4.03	0.60	0.25	0.94
	Suck juice pests	3.47	-0.07	0.5	0.67			Precision survey	3.93	0.53	0.25	0.94
							Inspection interval	3.83	0.40	0.5	0.75	
					Management register		3.80	0.40	0.5	0.75		
					Trees' surgery		3.80	0.53	0.25	0.94		
					Nutrition supply		3.73	0.33	0.5	0.75		
					Lightning protection facilities		3.67	0.33	0.5	0.75		

균 병해, 뿌리가해 해충, 진균 병해, 식엽성 해충, 천공성 해충, 기후 병, 기생생물, 바이러스 병해를 순으로 변화되었으며, 흡즙성 해충의 CVR이 너무 낮아 제외하여야 한다. 토양현황 IV에서 큰 변화가 없이 유기물 및 전질소의 순위가 바뀌었다. 관리상태 V는 병충해 방제, 업무 순환주기, 정밀조사 실시, 관리체제, 관리대장 작성, 외과수술 주기, 영양공급 주기, 피피 시설 설치 순으로 나타났다.

4. 제4차 델파이 결과 및 분석

제4차 델파이 조사는 3차 조사의 결과를 기초로 3차 조사에 응답한 30명 전문가들에게 설문지를 보내고, 판단 의견을 수렴

하였다. 응답률은 100%이고, 정상범위를 초과한 지표를 제외하고 지표의 총수가 41개에 달한다. 평가결과는 Table 5를 참고할 수 있다. 제외하는 지표가 없고 중요도의 차이가 많지 않아서 전문가의 의견은 거의 일치하다고 판단할 수 있다.

5. 설문조사의 신뢰도 검정

본 연구 중에는 SPSS 18.0을 이용하고, Cronbach α 계수를 산출하였으며, 받은 결과의 일치 정도를 측정할 수 있다.

Table 6을 참고하면 먼저 전체 설문 데이터를 측정하여 Cronbach α의 2차, 3차, 4차의 계수는 각각 0.945, 0.888, 0.880으로 나타났다. 자체노화 매차의 계수는 각각 0.864, 0.850, 0.801로

Table 5. Result of 4th Delphi survey

Index		M	CVR	QD	H	Index		M	CVR	QD	H	
I	Tree vigo(u)r	4.77	0.80	0.0	0.80	II	Drainage	4.43	0.93	0.5	0.75	
	Trunk rotting status	4.37	0.60	0.5	0.80		Light accept condition	4.33	0.87	0.5	0.75	
	Branches' dead status	4.10	0.60	0.5	0.75		Competition between the root system	4.27	0.67	0.5	0.75	
	Elongation and germination	3.93	0.53	0.13	0.94		Soil thickness	4.20	0.80	0.5	0.75	
	Callus formation	3.93	0.53	0.13	0.94		Other tree species' intrusion	4.10	0.67	0.5	0.75	
	Tree form	3.83	0.40	0.5	0.75		Stamping	4.00	0.60	0.0	1.00	
	Leaf color	3.73	0.40	0.5	0.75		Concrete cover	3.83	0.40	0.5	0.75	
	Density of branches and leaves	3.67	0.53	0.13	0.94		Biological diversity	3.63	0.47	0.5	0.75	
	Leaves' fallen status	3.53	0.33	0.5	0.75		Air pollution	3.53	0.33	0.5	0.75	
	III	Bacterial diseases	4.47	0.87	0.5		0.8	IV	Soil property	4.57	0.87	0.5
Root pests		4.23	0.73	0.5	0.75	Soil pH	4.33		0.80	0.5	0.75	
Fungal disease		4.17	0.80	0.5	0.75	Degree of dryness and wetness	4.13		0.67	0.5	0.75	
Defoliator		4.07	0.73	0.0	1.00	Soil organic matter	4.00		0.60	0.5	0.75	
Boring pests		4.23	0.73	0.5	0.75	Soil total nitrogen	3.87		0.47	0.5	0.75	
Climatic disease		4.10	0.73	0.13	0.94	Soil effective phosphate	3.67		0.33	0.5	0.75	
Parasites		4.10	0.60	0.5	0.75	Cation exchange capacity	3.53		0.40	0.5	0.75	
Virus disease		3.77	0.33	0.5	0.75	V	Disease and insect pest control		4.60	0.80	0.5	0.8
							Management cycle		4.10	0.60	0.25	0.75
							Precision survey		4.13	0.60	0.5	0.75
					Inspection interval		4.13	0.73	0.5	0.75		
					Management register		3.97	0.67	0.0	1.00		
					Trees' surgery		3.83	0.33	0.5	0.75		
					Nutrition supply		3.93	0.47	0.5	0.75		
					Lightning protection facilities		3.93	0.67	0.0	0.75		

Table 6. Survey's reliability test

Group	Cronbach α		
	2nd	3rd	4th
Entire	0.945	0.888	0.880
Vigour status	0.864	0.850	0.801
Growth and development status	0.765	0.779	0.753
Diseases and insect pests	0.777	0.726	0.728
Soil status	0.828	0.810	0.801
Management status	0.862	0.762	0.749

나타났으며, 생육환경은 0.765, 0.779, 0.753이며, 수목병해충은 0.777, 0.726, 0.728이다. 토양현황은 0.828, 0.810, 0.801이며, 관리상태는 0.862, 0.762, 0.749으로 나타났다. 따라서 설문조사의

신뢰도가 있는 것으로 판단된다.

6. 평가지표 최종 도출

델파이 기법을 통하여 총 4차례 설문조사를 거쳐 타당도 및 신뢰성이 있는 평가지표를 최종 도출하였다. Table 5를 보면, 자체노화 분야에는 수세, 수간 부패 상태, 가지의 고사 상태, 가지의 신장과 발아, 유합조직 형성, 수형, 잎의 색, 지엽의 밀도, 낙엽상태 총 9개의 지표가 최종적으로 평가되었으며, 생육환경에는 배수성, 수광 상태, 근계 간의 경쟁, 복토, 타수종침입, 답압, 콘크리트 피복, 주변 생물 다양성, 대기오염 총 9개 지표를 도출되었다. 수목병해충에는 세균 병해, 뿌리가해 해충, 진균 병해, 식엽성 해충, 천공성 해충, 기후병, 기생생물, 바이러스

병해를 나타냈으며, 토양현황은 토성, 산도, 토양 건습도, 유기물, 전질소, 유효인산, 양이온치환용량이고, 관리상태는 병충해 방제, 업무 순환주기, 정밀조사 실시, 관리체제, 관리대장 작성, 외과수술 주기, 영양공급 주기, 피뢰 시설 설치로 나타났다.

V. 결론

본 연구에서는 4차례 설문조사를 거쳐 최종 노거수 위험도 평가하는 5개 분야 및 41개 지표를 도출되었다. 그 중에 자체노화, 생육환경, 수목병해충, 토양현황, 관리현황은 각각 9개, 9개, 8개, 7개, 8개 순으로 나타났다. 구체적인 연구 결과를 분석하면 다음과 같다.

첫째, 1, 2차 설문 과정 중에는 전문가들이 토양 건습도, 병해 종류, 수간 경사도, 근계간의 경쟁, 주변 생물 다양성, 기생 생물, 피뢰 시설 설치 등 필요한 지표를 추가하였다. 전문가의 의견을 통해 노거수 위험도의 평가지표가 충분하게 나타났다.

둘째, 2, 3차 설문조사 결과를 통계하면 정상 범위, 즉, CVR이 0.33이상, 합의도 0.75 이상, 수렴도 0.5 이하를 초과한 지표, 즉, 잎의 크기, 종실가해 해충, 양이온, 수간 경사도, 흡즙성 해충을 제외하였다.

셋째, 1차 개방형 조사 방법을 통해 전문가들은 각 지표에 대해 상세하게 이해할 수 있고, 2차, 3차 지표 추가 및 제외한 과정을 거쳐 4차 설문조사 중에 각 전문가의 의견은 거의 일치되었고, 최종 지표가 도출되었다.

이전 연구와 비교하면 본 연구는 선행연구를 통해 평가지표 후보군을 작성하고, CVR, 수렴도, 합의도 등 선정 기준을 파악하였다. 최종 노거수의 위험도 평가지표를 도출하면 위험도에 따라 노거수의 구체적인 위험 요인을 찾아내어 이에 상응하는 조치를 취할 수 있다. 하지만 시간과 연구대상의 한계성이 존재하기 때문에, 평가 요인 중복이나 부족의 검증 부분에 대해 추가 연구 필요한 것으로 판단된다.

References

- Bakken, S. R.(1986) Tree Hazard Control Program: Guidelines and Standards for the California Department of Parks and Recreation, The Resources Agency, Sacramento, CA.
- Cho, M. C.(2010) A Study on Application and Development of Health Index for Old and Big Trees, Master Dissertation, The Graduate School Gyeongsang National University, Korea.
- Heo, B. S., H. J. Kim, W. H. Lee and H. J. Kang(2011) Growth conditions and maintenance of natural monument old big trees in Gangwondo, National Research Institute of Cultural Heritage 44(1): 182-195.
- Hickman, G. W., E. Perry and R. Evens(1995) Validation of a tree failure evaluation system, Journal of Arboriculture 21(5): 233- 234.
- Im, E. A., K. C. Son and J. K. Kam(2012) Development of elements of horticultural therapy evaluation indices(HTEI) through Delphi method, Korean Journal of Horticultural Science & Technology 30(3): 308-324.
- Jung, J. S.(2008) A Study on the Surgery Condition and Conservation Management Measures in Old Trees, Ph.D. Dissertation, The Graduate School Sangmyung University.
- Jung, K.(2009) A Study on the Improvement of Surrounding Environment through the Analysis of Growth Environment for Old Big Trees: Focused on Precious Natural Treasures and the Ginko and Pine Trees Designated as Treasures by Cities and Counties, Master Dissertation, The Graduate School Sangmyung University, Korea.
- Kang, B. G.(2014) The Assessment of Tree Risk of Mulgun-ri Forest (Monument No. 150) of Namhae in Korea, Master Dissertation, The Graduate School Gyeongnam National University, Korea.
- Kim, D. I.(2011) A Study on Growth Environment and Management of Urban Forests in Daejeon City, Ph.D. Dissertation, The Graduate School Chungnam National University, Korea.
- Kim, S. H. and S. H. Kim(1995) A study on the protection trees concerning the present condition and the citizen's consciousness in Pusan, DEPRI 18(1): 121-140.
- Kim, Y. S., W. H. Lee, J. W. RA and Y. H. Yoon(1996) Study on the protection and practical use of big and old tree, Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture 14(2): 1-17.
- Lawshe, C. H.(1975) A quantitative approach to content validity, Personnel Psychology 28: 563-575.
- Lee, J. S.(2001) Research Method 21: Delphi Method, Seoul: Kyoyook-book.
- Lee, K. J.(2015) Arbor Medicine, Seoul University Press.
- Lee, K. S., T. H. Kim, T. H. Kim and S. H. Park(2016) Analysis of risk factor for sinkhole formation by using Delphi, The Korea Contents Society 16(4): 65-75.
- Paine, L. A.(1978) Coding Hazardous Tree Failures for a Data Management System, Pacific Southwest Forest Range and Exp. Sta., U.S. Forest Service Note PSW-29.
- Shin, H. S.(2017) Study on the Growth Condition and Potential Risks of Old Trees, Ph.D. Dissertation, The Graduate School Gyeongsang National University, Korea.
- Yang, J. Y.(2015) A Study on Plants in the Rear Garden of Changdeokgung Palace, Master Dissertation, The Graduate School Korea University, Korea.
- Yoo, S. H.(2001) Soil Dictionary, Seoul University Press.
- Yu, W. D.(2015) The Establishment of Historic City on Attractions, Ph.D. Dissertation, The Graduate School Dongguk University, Korea.
- http://www.bjyl.gov.cn (Evaluation Standard of Old Trees).

Received : 18 May, 2017

Revised : 22 June, 2017 (1st)

29 June, 2017 (2st)

Accepted : 29 June, 2017

3인익명 심사필