

훼손예정지의 지형 및 수목 형태를 고려한 이식목 선정기준에 관한 연구¹

이수동² · 최송현^{3*}

Study on the Selection Criteria for Transplanting Trees in the Forest Reserve Areas Designated for Future Development¹

Soo-Dong Lee², Song-Hyun Choi^{3*}

요약

산지개발로 인해 불가피하게 훼손되어야 하는 양호한 식생을 대상으로 수목의 외형적 특성인 수형, 흉고직경 등과 기반특성인 토양층위 등 이식가능성 여부를 판단할 수 있는 기준을 제시하고자 본 연구를 진행하였다. 이식수목 선정은 자생성 및 천이단계에 의한 평가, 외형 및 기반특성에 의한 평가 2단계로 구분하여 진행하였다. 1단계에서는 식생발달 측면에서 천이를 주도하는 자생종이 아닌 인공식재수종과 생태적 천이 발달단계에서 도태가 예상되는 수목은 2단계 평가 전에 이식가능 수목에서 제외된 결과 총 3,841주 중 약 5.9%에 해당되는 수목이 이식 불가능한 것으로 판정되었다. 2단계 외형 및 기반특성에 따른 평가에서는 수형등급, 흉고직경급, 토양등급을 기준으로 각각의 수목을 평가한 결과 3,613주 중 약 33.7%(1,218주)는 이식 가능하였으나 23.0%(829주)는 이식 불가능한 것으로 분석되었다. 약 43.3%(1,566주)에 해당되는 수목에 대해서는 이식비용과 새롭게 식재하는 비용에 있어 큰 차이가 없으므로 가능한 이식하는 것이 생태계 보전 측면에서 바람직하나 토양상태 및 수형을 고려하여 현장 관리자의 의견을 반영하도록 제안하였다.

주요어: 천이단계, 천이도태종, 이식가능성, 수형등급, 흉고직경급, 토양등급

ABSTRACT

This study was conducted to establish the selection criteria for the trees to be transplanted in the forest reserves which are expected to be developed in the future. The main task in this endeavor was to access the transplantability of the trees focused on their feature, diameter at breast height (D.B.H.), soil feature, etc. The selection of the trees for transplantation consisted of two stages. The first stage was to select trees on the basis of their indigenusness and forest successional stage. The second was to select trees on the basis of their type, D.B.H., the layers of soil, etc. At the first stage, the trees which are not indigenous or expected not to survive were eliminated from the selection list, and the result showed that approximately 5.9% (about 3,841 trees) of the trees proved to be inadequate for transplanting. At the second stage, the investigation of the trees based on

1 접수 2009년 9월 7일, 수정(1차: 2009년 11월 18일), 게재확정 2009년 12월 15일

Received 7 September 2009; Revised(1st: 9 November 2009); Accepted 15 December 2009

2 진주산업대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Jinju National University, Jinju(660-758), Korea

3 부산대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Pusan National University, Miryang(627-706), Korea

* 교신저자 Corresponding author(songchoi@pusan.ac.kr)

the criteria of tree type, D.B.H., the layers of soil was carried out, and the result showed that approximately 33.7% (1,218) out of 3,613 trees turned out to adequate for transplanting however, 23.0 % of the trees, which are 829 trees, were found to be impossible to transplant. In addition, it was discovered that in the case of approximately 43.3%(1,566 trees) of the trees there was little difference between transplanting cost and planting cost of new trees. Therefore the investigation indicated that it is more advisable to transplant trees to preserve the ecological environment. However, the study showed that there are other elements to be considered, such as tree feature and soil condition, for the successful tree transplantation, and the necessary information can be provided by the managing personnel who are in charge of the forest.

KEY WORDS: SERE STAGE, SELECTION SPECIES AT SUCCESSION, TRANSPLANTABILITY, TREE FEATURE, D.B.H., SOIL FEATURE

서론

우리나라는 국토의 64.5%를 산지가 차지하고 있어 자연을 대상으로 하는 스키, 골프 등 여가휴양시설 개발은 산지 이용이 불가피한 실정이다(Choi, 2000). 각종 산지개발은 산림의 부분 또는 전체를 절성토하여 이루어지기에 생태계 훼손의 심각성은 높으며 환경적인 문제를 내재하고 있다. 이러한 문제점을 해소하고자 국토기본법과 국토계획법을 개정하고 정책결정시 환경측면을 고려하기 위하여 사업승인 이전에 환경에 미치는 영향을 검토하는 사전환경성검토와 환경영향평가를 실시하고 있으나 환경변화에 대한 예측과 환경가치의 객관화가 어렵고 판단기준이 모호하기 때문에 규제와 사전협의제도를 통해서도 난개발은 제어할 수 없었다(Kwon, 2003). 개발에 따른 부작용을 해소하여 환경친화적인 개발을 유도하고자 계획차원에서 적용할 수 있는 자연환경과의 조화, 다양한 경관 연출, 변화에의 적응성 확보 등의 평가지표가 제시되어 과도한 개발은 제어할 수 있을 것으로 기대되고 있다(Yang, 1997; Eom and Woo, 1999; Lee and Lee, 2001; Lee, 2005). 이러한 추세에 따라 산지개발에서도 훼손을 저감하고 환경친화적 개발을 유도하고자 자연생태계를 조사·평가하고 입지타당성, 자연훼손 보상제도, 표토보존 및 이용법을 제안한 바 있고(Kim, 2002), Kim(2005)은 리조트 개발예정지역내 생태계 훼손에 대한 생태적 가치평가와 대체기법을 제시하여 불가피하게 훼손되는 양호한 생태계를 정량적으로 평가하여 주변 개발예정지의 대체를 제안하였다. 이 외에 도시화 지역의 환경을 Hemeroby등급에 의해 평가하고 보상계획을 제시한 것(Kim and Cho, 1998; Ra, 2000)과 독일의 자연환경보전법에 근거하여 자연침해조정 규정을 도입·적용하는 연구를 진행한 바 있다(Ra, 1997; Choi, 2008).

계획적인 측면 외에 생태계 훼손시 적용할 할 수 있는

저감방안으로 회피→최소화→수정→경감소실→보상의 단계에 의해 생태계 영향 최소화화 손실된 환경 복원차원에서 Mitigation 제도를 제안한 바 있으나 가능한 원래의 생물이나 환경을 그대로 남기도록 검토하고 회피 내지는 저감이 불가능할 경우 적용한다고 하였다(長田, 1997; Kim, 2004; Moon *et al.*, 2004). 독일의 자연침해조정규정에서는 습지나 수변지역 등이 파괴될 경우 동종 또는 유사한 상태의 원상회복을 위한 조치와 원인자에게 책임 있는 배상조치로서 정량적인 방법을 제시하도록 하였으며(Han, 2002), 개발사업에 따른 부득이한 침해행위가 발생할 경우 주어진 기간 내에 침해된 경관을 복원해야 할 의무를 부과하고 있다(Ra, 1997). Kim(2005)은 용인동백지구 개발시 녹지자연도 등급 8로 평가된 지역에 대한 군락이식시 지역 및 수목선정 기준을 제안하였으나 개별수목에 대한 이식목 선정기준이 없어 이식 후 고사현상이 발생하는 것으로 나타났다. 지금까지는 계획단계에서 친환경성을 확보하기 위해 고려해야 할 항목과 사업으로 인해 발생하는 자연환경 훼손에 대한 방지조치로서 입지 타당성, 대체가능성 등을 제안하고 있으나 훼손시 직접적인 피해를 받는 수목의 재활용을 위한 수종 또는 개체 선정의 구체적인 기준이 없어 이에 대한 연구의 필요성이 제기되고 있다.

연구대상지가 위치한 김해시의 토양환경 특징을 살펴보면 마사풍화암, 마사토, 사질토 등 다양한 토양상태를 보이거나 대부분 마사질이고 토심이 얇아 우점종인 곶술, 소나무가 천근성 상태로 생육하고 있어 뿌리분 조성시 부서지는 경향이 심하므로 현장조사를 바탕으로 수형 및 토양현황에 대한 적정 평가 기준을 정립한 후 이식 가능한 수목을 선별할 필요가 있다. 이에 본 연구는 산지개발로 인해 불가피하게 훼손되는 양호한 식생을 대상으로 수목의 외형적 특성인 수형과 흉고직경, 기반특성인 토양층위 등 이식가능성 여부를 판단할 수 있는 기준을 제시하고자 한다.

연구내용 및 방법

1. 연구대상지 개요

연구대상지는 경상남도 김해시 진례면 송현리 일원으로, 남해고속국도, 국도14호선이 지나고 있다. 전체 면적은 약 1,028,255m²이나 이식수목이 확정되지 않아 공사가 진행되

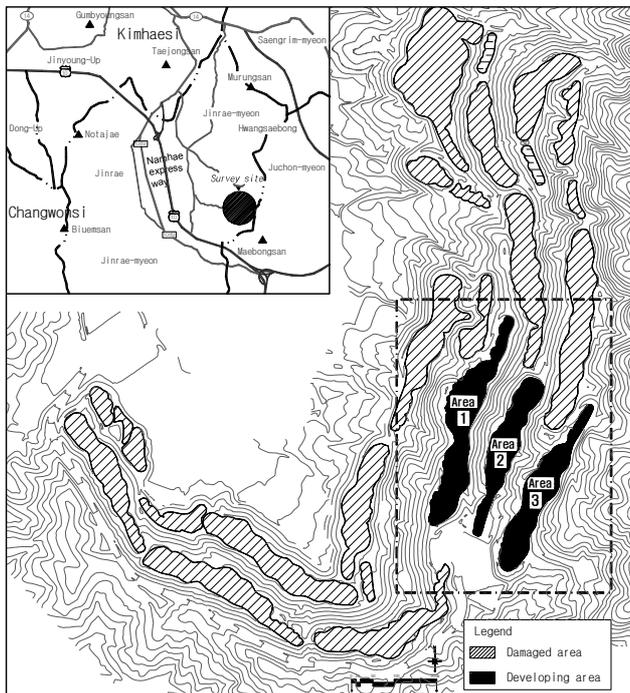


Figure 1. Survey site location map

지 않은 약 118,213.3m²를 대상으로 하였다. 골프장 예정지로 매봉산과 황새봉을 잇는 능선 서측에 남북으로 길게 입지하였으며 타 지역은 훼손되었으나 1, 2, 3 지역에 해당되는 훼손예정지는 토심이 얕아 수목을 이식하기 어려운 지역이었다. 이에 본 연구는 식생은 양호하나 훼손지역으로 선정되어 개발이 불가피한 장소에 분포하는 수목의 외형특성인 수형과 흉고직경, 기반특성인 토양특성 등 이식가능성 여부를 판단할 수 있는 기준을 근거로 개별수목의 이식가능성을 평가하고자 한다.

2. 연구진행체계 및 방법

산림생태계 훼손지역의 이식수목 선정 기준에 관한 연구는 골프장 건설로 인해 훼손되는 교목층 수목의 이식가능성에 대한 타당성을 판단하기 위하여 환경생태 조사분석, 이식가능성 지표선정, 이식수목 선정의 3단계로 구분하여 진행하였다. 환경생태 조사분석에서 식물생태는 훼손예정지와 일대 지역을 대상으로 우점종에 의한 식생 분포현황을 도면화 하였고 표식수목에 대한 규격조사를 실시하였다. 2단계 이식가능성 평가에서는 이식대상 수목을 선정하고자 자생성 및 식생발달 단계에 의한 접근을 통해 차후 복원된 지역의 식생에 위협요소가 될 수 있는 외래종과 천이도태종을 배제하고 자생종에 대해서는 수형기준과 흉고기준, 기반특성인 토양기준을 적용하여 이식가능성을 판단하였다. 3단계 이식수목 선정에서는 수형등급, 흉고직경급, 토질상태를 고려하여 이식 가능한 개체수(이식가능), 이식 불가능한 개체수(이식불가), 현장 판단(이식판단)이 필요한 개체수를 제시하여 최종 이식수목 선정하였다.

Table 1. Research item and contents

Research item		Detailed research contents
1st stage: Environment and Ecology Research · Analysis	Plant Ecology	<ul style="list-style-type: none"> •Actual vegetation map to create by vegetation correlation in development area and the whole neighborhood •Marked tree's standard research: marked tree survey of D.B.H, height, crown height and width of crown, etc. •Physical characteristics survey: survey of individual tree form, standard of stem damage, straightness, balance, etc. for evaluating the transplant possibility
	Soil Environment	<ul style="list-style-type: none"> •Soil layer survey: survey of classifying the soil layer such as O layer, A layer, B layer(B1 layer, B2 layer) and analyzing the soil layer section whether the root development or not •Soil physicochemical properties: analysis of soil pH, Electrical conductivity, Available phosphate, Organics, Cation substitution capacity, etc. •Soil layer map: To create the detail soil layer map based on the result of actual vegetation data and soil layer data
2nd stage: Portability evaluation for transplanting trees		<ul style="list-style-type: none"> •Evaluation by spontaneousness and succession development stage: To select the non-transplant tree by considering the spontaneousness and succession stage •Evaluation by physical feature and soil properties: To evaluate the transplant possibility based on the standard of tree form, D.B.H, Soil layer
3rd stage: Transplant trees selected		<ul style="list-style-type: none"> •To decide the number of transplant tree(transplant possible), non-transplant tree(transplant impossible) and Site manager and worker's direction(evaluation of the necessary transplant tree) by considering the tree form rating(excellent, good, poor), D.B.H rating(excellent, good, poor), soil conditions(excellent, good, poor)

골프장 조성예정지 중 토심이 얇아 기선정된 수목의 이식이 어려운 지역에 분포하는 교목층 우점종의 식생상관을 기본으로 현존식생도를 작성하였다. 현존식생도는 한 수종이 10%미만으로 혼효된 상태를 순림으로 구분하여 곰솔림, 소나무림 등으로, 10~30%인 경우에는 아우점종을 () 기호에 넣어 곰솔(소나무)림, 소나무(곰솔)림 등으로, 30%이상인 경우에는 경쟁하는 것으로 보아 곰솔-소나무림 등으로 명명하였다(Kwon, 2003). 식생조사는 이식가능성 평가지표를 적용하기 위하여 흉고직경, 수고, 지하고, 수관폭과 더불어 수형, 줄기 휘손정도, 직간성, 수관밀도를 조사하였다. 수형은 수종 고유의 형태를 판정하기 위한 것으로 소나무의 경우 삼각형 형태의 고유종, 주변 종과의 경쟁으로 한쪽으로 치우친 형태, 상부 절단형 형태 등으로 구분하였다. 줄기 휘손 정도는 주간에 공사 또는 동물에 의한 인위적인 피해 정도를 나타낸 것이며, 줄기 직간성은 주변 식생에 의한 피해를 판단하기 위한 것으로 곧게 자란 형태, 기울어진 형태, 2~3회 이상 휘어진 형태, 다간형으로 구분하였다. 수관밀도는 정상적인 생육상태를 판단하기 위한 것으로 인위적인 휘손 및 주변 식생에 의한 피압정도에 따라 피해율 25% 미만을 정상으로 75%이상은 피압된 수관밀도로 판단하였다.

토양조사는 토양층위 발달여부 및 이식 가능성을 비교·분석하고자 토양화 과정으로 인해 뚜렷하게 구분되는 층위별 깊이를 측정하고(Choi, 1983) 이를 현존식생에 접목하여 세부 토양층위도를 작성하였다. 토양 이화학적 특성을 분석하기 위한 시료는 유기물층을 걷어내고 B층에 해당하는 토양층에서 채취하였으며 토양 pH, 유기물함량, 양이온치환능력, 유효인산, 전기전도도 등을 분석하였다(National Academy of Agricultural Science, 2000).

이식대상수목 선정은 자생성 및 식생발달(천이)를 고려한 선정, 외형적인 특성에 의한 선정, 기반특성에 의한 선정의 3단계로 구분하였다. 1단계에서는 자생성과 식생발달(천이) 측면에서 아까시나무, 리기다소나무 등 자생종의 생장을 방해할 우려가 있는 외래종과 생태적 천이 발달단계에서 도태가 예상되는 수목은 제외하였다. 또한 개별 수목에 대한 현장 조사결과 고사하였거나 뿌리가 노출되거나 암반상부에 자리잡아 이식이 불가능하다고 판단되는 수목은 평가없이 이식하지 않는 것을 원칙으로 하였다. 2단계 외형특성에 의한 선정에서 수형등급은 수관밀도를 나타내는 수형, 줄기휘손 정도, 줄기의 직간성, 균형성에 대하여 각각 4등급으로 평가하였다. 수형등급은 수관밀도, 줄기 휘손율, 직간성, 수형(각각 4점)에 대하여 각각 평가하여 4~6점은 1등급으로, 7~10점은 2등급으로, 11점 이상은 3등급으로 설정하여 타수종과의 경쟁에 따른 수형불량목이나 맹아 다발생목을 제외하고자 하였다. 흉고직경급은 이식후 수목활착을 고

려하기 위한 것으로 참나무류는 20cm이하, 소나무, 느티나무 등은 30cm이하인 수목을 적정수목으로 판정하고 있으므로(Kim, 2005), 이를 고려하여 흉고직경 30cm이하 규격은 1등급으로, 흉고직경 30~40cm인 우량목은 2등급으로 평가하였다. 흉고직경 40cm 이상의 수목은 3등급으로 이식하지 않는 것을 원칙으로 하나 현장에서 이식여부를 판단하도록 하였다. 3단계 기반특성에 의한 선정에서는 수목식재시 최소토심으로 아교목층은 45cm이상의 토심을, 교목층은 60cm 이상의 토심을 요구하므로(Kang *et al.*, 2003) 이를 기준으로 평가하였다. 토심 60cm 이상인 지역은 1등급으로, 토심 45~60cm인 지역은 현상을 고려한 판단이 필요하여 2등급으로, 토심 45cm 미만인 지역은 이식불가능한 것으로 3등급으로 평가하였다. 이식수목 선정에서 수형등급, 흉고직경급, 토양등급의 3개 기준을 바탕으로 매트릭스 기법에 의해 이식가능, 이식판단, 이식불가 판정을 내렸다. 흉고직경급에 있어 3등급(흉고 40cm 이상)과 토양등급에 있어서는 3등급(토심 45cm 미만) 지역에 분포하는 수목은 이식불가능한 것으로 평가내렸다.

결과 및 고찰

1. 환경생태 현황

1) 현존식생

Table 2, Figure 2는 골프장 조성지내 훼손예정지(1, 2, 3지역) 및 일대 지역의 현존식생 유형별 면적 및 비율을 나타낸 것이다. 교목층 우점종의 식생상관에 따라 대분류한 결과 곰솔림 58.5%, 소나무림 41.5%로 곰솔의 면적이 넓었다. 세부 현존식생을 살펴보면 곰솔림에서는 곰솔이 우점하나 소나무가 일부 혼효되어 있는 곰솔(소나무)림(N(M))이 28.4%로 가장 넓었으며 순림인 곰솔림(N) 19.6%, 소나무가 30%이상 혼효되어 있는 곰솔-소나무림(NM) 10.5%이었다. 소나무림에서는 소나무가 우점하는 순림인 소나무림(M)이 24.3%로 가장 넓었고 곰솔이 일부 포함된 소나무(곰솔)림(M(N)) 14.6%, 계곡부로 졸참나무 등 참나무류가 30%이상 혼효된 소나무-참나무류림(MP) 2.6%로 면적은 협소하였다. 분포현황을 살펴보면 능선부에는 주로 곰솔이 우점하고 있었으나 계곡부를 중심으로 소나무가 우점하는 것이 일반적이었다. 대부분 지역에서 곰솔과 소나무가 혼효되어 있었으나 능선부와 경사지에서는 곰솔이, 급경사지로 토심이 얇고 암반이 많은 지역과 습한 지역이나 배수가 양호한 계곡부에는 소나무가 우점하는 것을 확인되었다. 참나무류는 졸참나무가 대부분으로 상수리나무, 굴참나무 등은 분포하지 않았고 굴피나무와 외래종인 아까시나무가 출현

Table 2. Actual vegetation type area and percentage in degraded forest

	Type classification	Area(m ²)	Percentage(%)
<i>Pinus thunbergii</i> forest	N. <i>Pinus thunbergii</i> forest	23,152.6	19.6
	N(M). <i>Pinus thunbergii</i> forest(<i>Pinus densiflora</i>)	33,573.0	28.4
	NM. <i>Pinus thunbergii</i> - <i>Pinus densiflora</i> forest	12,371.5	10.5
	Subtotal	69,097.1	58.5
<i>Pinus densiflora</i> forest	M. <i>Pinus densiflora</i> forest	28,692.0	24.3
	M(N). <i>Pinus densiflora</i> forest(<i>Pinus thunbergii</i>)	17,328.1	14.6
	MP. <i>Pinus densiflora</i> - <i>Quercus</i> spp. forest	3,096.1	2.6
	Subtotal	49,116.2	41.5
Total		118,213.3	100.0

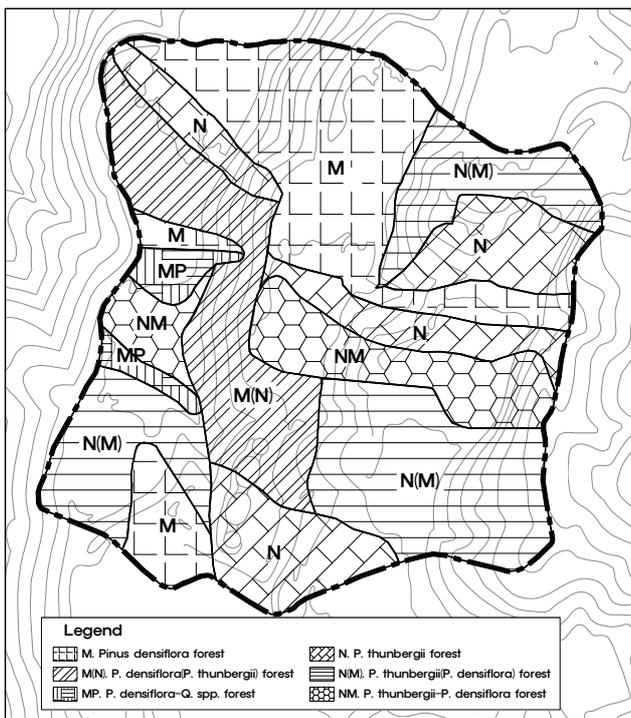


Figure 2. Actual vegetation map in development area

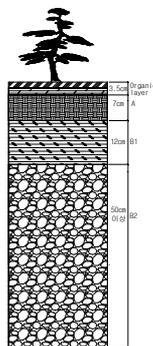
하였으나 군락을 형성하지는 않았다.

2) 토양환경

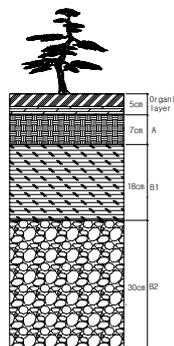
(1) 토양층위구조

토양층위구조 파악을 위해 총 12개소에서 층위를 파악하였으며 이 중 환경이 유사한 지역을 제외한 10개소에서 토양을 채취하여 이화학적 특성을 분석하였다(Figure 4). 토양깊이는 입지에 따라 차이가 있었으나 평균 52.8(23~86.5) cm로 낙엽층, 유기물층, A층은 유사하였으나 B층은 지역별 편차가 심하였다. 토심은 능선, 사면, 계곡 등 지형에 따라 다양하였으며 능선부를 따라 분포하는 토심 45cm 이하인 지역은 뿌리가 수평으로 발달하여 이식시 도복 또는 고사의 위험성이 있어 이식하지 않는 것이 바람직하며, 토심 60cm 이상인 지역도 마사질로 표면에서 내려갈수록 토양경도가 높고 잔뿌리의 발달이 어려우나 이식가능성은 높은 것으로 사료되었다. 토심 45~60cm인 지역은 지형에 따라 토심이 현격하게 차이가 나므로 이식여부에 대한 관리자 또는 감독자의 판단이 필요하였다.

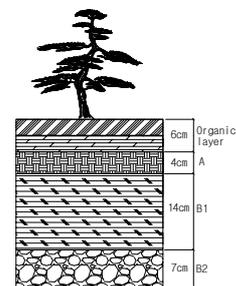
등급별 토양층위 현황을 살펴보면(Figure 3) 등급 1 지역에 속하는 조사구-1, 조사구-6, 조사구-12 지역은 토심이 깊



Grade 1 Area(Site-1)



Grade 2 Area(Site-7)



Grade 3 Area(Site-2)

Figure 3. Soil layer section map according to soil grade in degraded forest

Table 3. Present status of soil layer for each area in development area

Classification	Leaf litter layer	Organic Matter layer	A layer	B1 layer	B2 layer	Total	Grade
Site-1	1.5	2	7	12	50	72.5	SH
Site-2	3	3	4	14	7	31	SL
Site-3	1.5	5	6	11	26	49.5	SM
Site-4	2	2	7	14	30	55	SM
Site-5	2	2	5	23	10	42	SL
Site-6	2	3.5	7	27	30	69.5	SH
Site-7	3	2	7	18	30	60	SH
Site-8	2	2	4	10	30	48	SM
Site-9	2	2	6	14	10	34	SL
Site-10	3	2	7	21	30	63	SH
Site-11	2	2	3	6	10	23	SL
Site-12	3	2.5	7	24	50	86.5	SH
Average	2.3	2.5	5.8	16.2	26.1	52.8	-

※ SH: Grade 1, SM: Grade 2, SL: Grade 3

고 유기물층 및 유기물이 다량 포함된 B1층이 21~27cm로 깊어 수목이식에 있어 뿌리분 조성이 용이할 것이나 등급 3 지역에 속하는 조사구-2, 조사구-9, 조사구-11 지역은 토심이 23~34cm로 얇을 뿐만아니라 급경사지역으로 이식작업이 어려운 상태이었다.

훼손예정지를 토심등급에 따라 구분하여 현존식생 유형별 면적 및 비율을 산정한 결과(Table 4, Figure 4), 토심 45~60cm인 지역(SM)이 53.3%로 가장 넓었으며 토심 45cm 이하인 지역(SL) 24.1%, 토심이 가장 깊은 60cm 이상인 지역(SH)이 22.6%이었다. 토심별 현존식생을 살펴보면 토심 60cm 이상인 지역(SH)에서는 곰솔림이 12.5%로

가장 넓었으며 소나무가 일부 포함된 곰솔(소나무)림 6.5%, 소나무림 3.6%이었다. 토심 45~60cm인 지역(SM)에서는 소나무가 우점하는 지역이 30.1%이었고 곰솔이 우점하는 지역이 23.2%이었다. 토심 45cm 이하인 지역(SL)은 총 24.1%로 이 중 곰솔이 우점하는 지역이 16.2%이었고 소나무림이 7.9%이었다. 전체 지역에서 약 24.1%인 지역에 분포하는 소나무, 곰솔 등은 토심이 얇고 물리적 특성에 있어 마사가 많이 포함된 토양으로 뿌리분 조성이 어려워 이식은 불가능할 것으로 판단되나 토심 60cm 이상인 지역에 속하는 22.6% 지역은 토심이 깊고 접근이 용이한 계곡부 지역으로 대부분 이식 가능하며 나머지 53.3%의 지역은 수목고유

Table 4. Soil type area and percentage according to soil characteristics in development area

Classification soil depth type	Actual vegetation type	Area(m ²)	Percentage(%)
SH. Area of soil depth above 60cm	M. <i>Pinus densiflora</i> forest	1,175.0	1.0
	MP. <i>Pinus densiflora-Quercus</i> spp. forest	3,096.1	2.6
	N. <i>Pinus thunbergii</i> forest	14,735.6	12.5
	N(M). <i>Pinus thunbergii</i> forest(<i>Pinus densiflora</i>)	7,733.8	6.5
	Subtotal	26,740.5	22.6
SM. Area of soil depth 45~60cm	M. <i>Pinus densiflora</i> forest	18,194.3	15.4
	M(N). <i>Pinus densiflora</i> forest(<i>Pinus thunbergii</i> forest)	17,328.1	14.7
	N. <i>Pinus thunbergii</i> forest	6,425.5	5.4
	N(M). <i>Pinus thunbergii</i> forest(<i>Pinus densiflora</i>)	8,720.2	7.4
	NM. <i>Pinus thunbergii-Pinus densiflora</i> forest	12,371.5	10.4
Subtotal	63,039.6	53.3	
SL. Area of soil depth below 45cm	M. <i>Pinus densiflora</i> forest	9,322.6	7.9
	N. <i>Pinus thunbergii</i> forest	1,991.5	1.7
	N(M). <i>Pinus thunbergii</i> forest(<i>Pinus densiflora</i>)	17,119.0	14.5
	Subtotal	28,433.1	24.1
Total		118,213.3	100.0

Table 6. The individual number of the transplant impossibility tree by spontaneousness and succession stage

Classification	Species name	Area 1	Area 2	Area 3	Total
Site estimation species	<i>Pinus thunbergii</i>	69	1	15	85
	<i>Pinus densiflora</i>	78	1	1	79
	<i>Quercus mongolica</i>	2	-	-	2
	<i>Quercus serrata</i>	4	-	1	5
	subtotal	153	2	17	171
Succession selection species	<i>Juniperus rigida</i>	11	1	-	12
	<i>Rhus tricocarpa</i>	-	-	3	3
	subtotal	11	1	3	15
Alien species	<i>Pinus rigida</i>	-	4	1	5
	<i>Castanea crenata</i>	1	-	1	2
	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	-	6	20	27
	<i>Alnus sibirica</i>	1	-	5	6
	<i>Diospyros kaki</i>	1	-	-	1
	<i>Alnus firma</i>	2	-	-	2
	subtotal	5	10	27	42
Total		169	13	47	229

였다(Table 6). 현장판단에 의해 자생종이나 토양조건, 주변 환경여건, 주변 개체와의 관계를 파악한 결과 뿌리노출, 암 반상부 분포, 2개종이 모여나는 개체 등은 이식이 불가능한 것으로 판정한 바, 곰솔 85주, 소나무 79주, 신갈나무 2주, 졸참나무 5주 등 총 171주가 해당되었다. 천이도태종은 개척자 종으로 건조한 지역에 적응성이 강한 곰솔, 소나무 등 교목성상의 수목과 혼식하였을 경우 도태될 가능성이 높은 아교목성상의 천이초기종인 노간주나무, 개웃나무 등 15주가 선정되었다. 외래종은 외국에서 도입된 종으로 조경적인 가치가 있는 경우에는 이식이 가능할 것이나 대상지에 출현하는 아까시나무(27주), 리기다소나무(5주) 등 42주는 산림조기녹화를 목적으로 식재한 대표적인 수종으로 자생종과 같이 이식할 경우 경쟁에 의한 자생종 피압, 타감작용에 의한 자생종 발아억제 등의 문제가 발생할 수 있으므로 이식하지 않는 것이 바람직하다. 지역별로는 1지역 169주, 2지역 13주, 3지역 47주로 총 229주가 1차 평가에 의해 이식불

가능한 수목으로 분류되었다.

2) 외형 및 기반특성에 의한 평가(2단계)

외형 및 기반특성에 의한 2단계 평가결과(Table 7) 1지역에서는 곰솔, 소나무, 신갈나무, 졸참나무, 굴피나무, 때죽나무 6종에 대한 평가결과 1,160주 중 349주가 이식가능하였으나 불가능한 종은 1종에 불과하였다. 전체 50%정도에 해당되는 810주는 토심조건과 수형등급에 의한 이식가능성 평가결과 현장 관리자 및 작업자의 판단에 맡기는 것이 바람직한 것으로 평가되었다. 2지역에서는 전체 826주 중 340주가 이식이 가능한 것으로 수형등급에 의해 결정되기는 하였으나 대부분 토심이 깊어 이식이 양호한 개체이었으며, 이식불가능한 332개체는 토심 45cm 미만인 지역에 분포하여 뿌리분을 조성하기 어려운 것으로 분석되었다. 개체수는 적었으나 154주는 현장 관리자 및 작업자의 판단에 맡기는 것이 바람직할 것이다. 3지역에서는 전체 1,627주 중 529주

Table 7. The collective results of selecting the regional transplant possibility trees in predetermining degraded area

Classification	Area 1	Area 2	Area 3	Total	Percentage(%)	
Possible	349	340	529	1,218	33.7	
Estimation	Tree type(Below Grade 2)	277	140	389	806	-
	DBH((Below Grade 2)	31	18	42	91	-
	Soil((Below Grade 2)	689	-	247	936	-
	Total individuals	810	154	602	1,566	43.3
Impossible	1	332	496	829	22.9	
Total	1,160	826	1,627	3,613	100	

Table 8. The results of selecting the transplant possibility trees according to sorts of trees in degraded area

Species name	Transplant possibility	Area 1			Area 2			Area 3			Subtotal
		Individual number	DBH	note	Individual number	DBH	note	Individual number	DBH	note	
<i>Pinus thunbergii</i>	Possible	188	19(7~30)	2	237	19.6(9~30)	2	438	18.7(7~30)	1	863
	Estimation	407	18.7(6~39)	22	107	19.1(9~37)	17	482	17.8(6~39)	47	996
	Impossible	1	42	-	247	18.4(8~47)	19	429	20.1(6~45)	27	677
	Subtotal	596			591			1,349			2,536
<i>Pinus densiflora</i>	Possible	139	18.8(9~30)	-	75	18.9(9~29)	-	44	20.5(11~30)	2	258
	Estimation	377	19.4(6~39)	37	40	18.1(9~33)	4	102	19.6(9~39)	20	519
	Impossible	-			81	19.1(8~32)	8	47	20.1(12~36)	6	128
	Subtotal	516			196			193			905
<i>Quercus mongolica</i>	Possible	3	22(17~28)	-	-			2	10.5(8~13)		5
	Estimation	2	17.6(11~24)	1	-			-			2
	Subtotal	5			-			2			7
<i>Quercus serrata</i>	Possible	15	15.7(8~21)	1	26	14.1(9~26)	-	43	13.4(6~25)	1	84
	Estimation	22	17.9(8~37)	9	7	15.6(9~21)	6	17	24.1(8~37)	11	46
	Impossible	-			4	19(10~19)	1	16	15.9(6~30)	4	20
	Subtotal	37			37			76			150
<i>Quercus variabilis</i>	Impossible	-			-			1	26	1	1
<i>Quercus acutissima</i>	Possible	-			1	17	1	-	16(14~18)	2	1
	Impossible	-			-			2			2
	Subtotal	-			1			2			3
<i>Platycarya strobilacea</i>	Estimation	1	13		-			1	29	1	2
<i>Prunus sargentii</i>	Possible	-			1	11	1	2	8(8~12)	1	3
	Impossible	-			-			1	19.7	1	1
	Subtotal	-			1			3			4
<i>Styrax japonica</i>	Possible	4	7.7(7~9)		-			-			4
	Estimation	1	12		-			-			1
	Subtotal	5			-			-			5
Total	Possible	349	-	3	340	-	4	529	-	-	1,218
	Estimation	810	-	69	154	-	27	602	-	-	1,566
	Impossible	1	-	-	332	-	28	496	-	-	829

가 이식이 가능하였으며 이식불가능한 496개체는 토심 45 cm 미만으로 뿌리분을 조성하기 어려운 상태이었다. 3지역에서 가장 많은 개체를 차지하는 602주는 현장관리자 및 작업자의 판단에 필요한 것으로 평가되었다.

이상을 종합해 보면, 자생종 총 3,613주에 대하여 수형, 흉고직경, 토질상태를 고려하여 기존 제시된 이식물량 중 이식 가능 수목량을 산정한 결과 약 33.7%에 해당되는 1,218주가 이식가능하였고 22.9%인 829주는 이식시 경관적인 문제, 또는 생육상 문제점이 나타날 것으로 판단되어 이식불가 판정을 내렸다. 한편, 43.3%에 해당되는 1,566주는 현장 관리자 및 작업자의 판단에 의해 이식여부를 결정하는 것이 바람직하며 토양등급 2등급(토심 45~60cm)에 속하는 수종이 대부분이었다. 이식수목 선정기준에 의한 평가와 현장판단에 의한 이식수목 산정결과, 전체 지역의 토심이 얇아 대부분의 수목이 이식불가능할 것으로 예측되는 바 전체 수량의 약 33.7% 정도만이 실제 이식 가능한 것으로 분석되었다.

3) 수종별 이식가능 수목량

Table 8은 수종별 이식가능성 평가 결과를 나타낸 것으로 자생종인 곶술, 소나무, 참나무류인 신갈나무, 졸참나무, 굴참나무, 상수리나무, 이 외에 굴피나무와 산벚나무, 아교목성상이나 자생종인 때죽나무 등 총 9종을 대상으로 하였다. 평가결과 이식가능한 개체로는 곶술 863주, 소나무 258주, 졸참나무 84주 등 총 1,218주가 이식가능하였다. 이식불가능한 개체로는 곶술 667주, 소나무 128주, 졸참나무 20주 등 총 829주는 토양조건과 수형 및 흉고직경급에 의한 평가결과 이식시 생육 및 경관에 문제가 있을 것이라는 판단하에 이식하지 않는 것으로 판정하였다. 그 외에 현장 관리자 또는 작업자가 판단해야 하는 수목으로는 곶술 996주, 소나무 519주, 졸참나무 46주 등 총 1,566주로 토양상태 및 이식 후의 경관을 고려하여 현장에서 직접 판단할 수 있도록 하였다.

인용문헌

- Choi, G. C.(1983) Basic Ecology. Hyangmoonsa, Seoul, 251pp.
 Choi, I. T.(2008) A Study on Impact Regulation Method for the

- Ecological Mitigation in Development Project - Focused on Second District in Incheon Metropolitan City, Korea -. Department of Landscape Architecture Graduate School University of Seoul, Korea, 238pp.
- Choi, J. G.(2000) Comprehensive Countermeasures for Country Sprawl prevention. The Journal of Korea Planners Association 226: 82-86.
- Eom, B. H. and H. T. Woo(1999) Development of Sustainability Indicators for Suburban Housing Estates in Korean Rural Areas. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 27(1): 64-78.
- Han, G. H.(2002) Environmental Law of Germany. Korea Legislation Research Institute, Seoul, 474pp.
- Kim, H. J. and S. K. Cho(1998) Application of Hemeroby for Environmental Assessment with Environmental Planning - Focused on the Case LG Village -. Kor. J. Env. Eco. 12(3): 253-258.
- Kim, J. H.(2002) Consideration of Environmental Assessment for the Nature-Oriented Development - The case study of Development Area in Namyangju, Kyounggi-Do -. Department of Landscape Architecture Graduate School University of Seoul, Korea, 204pp.
- Kim, J. S.(2005a) A Study on the Ecological Alternate Technique for the Prearrangement Area of the Forest Damage in Resort Development - In Case of Oak Valley Resort in Wolsong-li, Wonju-City -. Department of Landscape Architecture Graduate School University of Seoul, Korea, 165pp.
- Kim, M. B.(2004) Articles : Problems in Applying Mitigation and Legal Issue of Coastal Zone. Public Law Journal 5(2): 519-549.
- Kim, O. K.(2005b) The Transplantation Method of Natural Vegetation Community in Development Area - A Case Study of Yong-In Dongbaek District -. Department of Landscape Architecture Graduate School of Urban Science University of Seoul, Korea, 167pp.
- Kwon, J. O.(2003) A Study on the Application of the Ecological Evaluation for the Nature-friendly Residential Site Development Planning. Department of Landscape Architecture Graduate School University of Seoul, Korea, 281pp.
- Lee, J. J. and S. M. Lee(2001) A Study on the Indicators for Environmental Performance Evaluation in the Environmentally Friendly Urban Planning. The Journal of Korea Planners Association 36(2): 7-17.
- Lee, S. D.(2005) Assessment and Connection Method of Fragmentary Urban Green Space for Considering Wild Bird Movement - A Case Study of Seoul City -. Department of Landscape Architecture Graduate School University of Seoul, Korea, 258pp.
- Moon, S. G. translation(2004) Ecological Engineering. Bomoondang, Seoul, 198pp.
- National Academy of Agricultural Science(2000) Analysis Method Soil and Plants. Rural Development Administration, 202pp.
- Ra, J. H.(1997) Comparative Analysis of Nature Preservation Law between Korea and Germany. Journal of Environmental Policy and Administration 5(1): 69-91.
- Ra, J. H.(2000) Landscape Materials Ecological Restoration ; Naturalness of Botanical Garden Pre - and Post - assessed according to the Hemeroby Index - The Case Study of Daegok Botanical Garden-. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 28(1): 62-69.
- Yang, B. E.(1997) Evaluation of Environmentally Friendliness of Housing Estates by Sustainability Indicators - In Case of Apartment Estates in Seoul Metropolitan Area -. The Journal of Korea Planners Association 32(2): 89-106.
- Yoo, S. H., K. H. Kim and J. Y. Yun(1995) Distribution of Cs-137 and K-40 in Korean Soils. J. KOREAN SOC. SOIL SOI. FERT. 28(1): 33-40.
- 長田光世(1997) 生態環境のまちづくり. In三船康道、まちづくりコラボレーション(1997). まちづくりキーワード事典. 188-201. 學芸出版者, 京都, 238pp.