

## 천성산지역의 식생구조<sup>1a</sup>

- 경부고속철도 원효터널 계획구간을 중심으로 -

최송현<sup>2</sup> · 오구균<sup>3\*</sup> · 강현미<sup>4</sup>

## Vegetation Structure of Cheonseongsan Area<sup>1a</sup>

- In the Case of the Wonhyo Tunnel Reserved Section  
of the Gyeongbu Line for KTX -

Song-Hyun Choi<sup>2</sup>, Koo-Kyoon Oh<sup>3\*</sup>, Hyun-Mi Kang<sup>4</sup>

### 요약

천성산지역을 관통하는 경부고속철도 KTX 원효터널 계획구간은 개발과 보전의 문제가 첨예하게 대립되어 있는 곳이다. 이 지역에 대한 식생구조를 밝히고자 대상지를 중심으로 65개(단위면적 100m<sup>2</sup>)의 조사구를 설치하고 조사를 실시하였다. 현존식생조사결과 침엽활엽수림과 낙엽활엽수림군락이 전체 대상지의 53%를 차지하였고, 녹지자연도 분석결과 등급 8이 전체의 86.68%를 나타내었다. 식생구조는 대표적인 군락인 침엽활엽수군락, 낙엽활엽수군락, 소나무-떡갈나무군락, 소나무-상수리나무군락, 떡갈나무군락에 대해 종조성을 알아보았다.

주요어 : 현존식생도, 녹지자연도(DGN)

### ABSTRACT

The Wonhyo tunnel section of the Gyeongbu line for KTX, which will be driven through the Cheonseongsan, has the opposing opinions between conservation and development. To investigate the vegetation structure of the Cheonseongsan area, sixty five plots(unit: 100m<sup>2</sup>) were set up and surveyed. The analysis results of the actual vegetation map was showing that the conifer-deciduous and deciduous community is 53%, And DGN 8 was 86.88% in the analysis of Degree of Green Naturality. Five representative communities which are conifer-deciduous, deciduous, *Pinus densiflora-Quercus dentata*, *P. densiflora-Q. acutissima* and *Q. dentata* community, were investigated on a species composition.

**KEY WORDS : ACTUAL VEGETATION MAP, DEGREE OF GREEN NATURALITY(DGN)**

1 접수 8월 14일 Received on Aug. 14, 2005

2 밀양대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Miryang National Univ., Miryang(627-702), Korea(songchoi@mnu.ac.kr)

3 호남대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Honam Univ., Gwangju(506-714), Korea(ohkk@honam.ac.kr)

4 밀양대학교 대학원 Graduate School, Miryang National Univ., Miryang(627-702), Korea(mybab@lycos.co.kr)

a 본 연구는 밀양대학교 교내학술연구비의 지원으로 수행되었음.

\* 교신저자, Corresponding author

## 서론

천성산(千聖山)은 경상남도 양산시 웅상읍과 상북면·하북면의 경계에 있는 산으로 원적산이라고도 하며 해발 높이는 922m이다. 1979년 가지산도립공원으로 지정되었으며, 천성산은 가지산도립공원의 내원사지구에 해당된다. 또한, 천성산은 백두대간의 낙동정맥이 지나 는 구간이기도 하다.

원효대사가 당나라에서 온 1,000명의 승려를 화엄경(華嚴經)으로 교화하여 모두 성인으로 만들었다는 전설에서 '천성산'이라는 이름이 붙었다고 하며, 많은 계곡과 폭포 및 뛰어난 경치로 인해 예로부터 소금강산(小金剛山)이라 불리어 왔다.

천성산 식생에 대한 연구는 조규갑(1990)의 연구 의에는 전무하다. 조규갑(1990)은 천성산을 중심으로 해발고를 고려한 사면별 식생조사를 실시하였는데, 천성산에 분포하는 관속식물이 73과 235종 1아종 34변종 5품종으로 총 275종이라 하였고, 전체적으로는 소나무가 우점종이라고 보고하였다.

1990년 경부고속철도 기본노선발표를 시작으로 대구와 부산을 잇는 고속철도 2단계 구간이 천성산을 관통하는 계획이 수립·진행되면서(한국고속철도건설공단, 1994) 천성산의 내원사 및 환경단체는 천성산이 문화재 보호구역과 생태계보존지역 및 습지보호구역 등이 포함되는 중요 국가자원보존지역임을 내세워 불성실한 조사로 설정된 노선에 대해 이의를 제기하였다. 그에 따라(사)대한지질공학회에서는 2002년 6월~2003년 12월 까지 18개월 동안 천성산 특히, 원효터널이 관통하는 구간에 대해 자연변화 정밀조사를 실시하였다(한국고속철도건설공단, 2003). 그러나 천성산지역의 자연변화 정밀보고서(2003) 내용 또한 신뢰할 수 없다는 의견이 대두되고 있다.

이에 본 연구에서는 천성산지역에 대해 식생군집구조 조사를 실시하여 자연변화 정밀보고서(2003)중 식생 부분에 대해 비교하면서 천성산 일대의 식생구조를 밝히고자 한다.

## 연구방법

### 1. 대상지 선정 및 조사 시기

천성산 지역중 고속철도 관통 계획구간을 중심으로 좌우 500m씩 전체 폭 1km, 길이 13km에 대해 2004년 8월 본조사를 실시하였다.

## 2. 조사 및 분석 방법

### (1) 식생 및 환경요인 조사

천성산 고속철도 관통구간의 대표적인 식생 및 입지 환경의 변화가 있는 지역에 조사구를 설정하였다. 조사 대상 범위내에 10m×10m(100m<sup>2</sup>)크기의 조사구 65개를 설치하였고, 주요 환경인자 및 식생을 조사하였다. 식생 조사는 교목층, 아교목층, 관목층으로 나누어 수관층위별로 조사를 실시하였으며, 상층수관을 이루는 수목을 교목층으로, 흉고직경 2cm이하의 수목을 관목층으로, 기타 수목을 아교목층으로 구분하였다. 교목층과 아교목층은 수목의 흉고직경을, 관목층에서는 각 방형구에 5m×5m크기로 중첩해서 설치한 소형방형구 1개소에서 수목의 수관폭(장변×단변)을 조사하였다.

### (2) 식물군집구조 조사

식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value ; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1997)를 수관층위별 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)는(상대밀도 + 상대피도 + 상대빈도)/3로 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한(교목층 I.P. × 3 + 아교목층 I.P. × 2 + 관목층 I.P. × 1)/6으로 평균상대우점치(Mean Importance Percentage ; M.I.P.)를 구하였다.

상대우점치 분석 자료를 토대로 DCA ordination(Hill, 1979)분석을 실시하였다. 전체 식생자료를 토대로 종다양도와 유사도를 비교, 분석하였다. 자연로그를

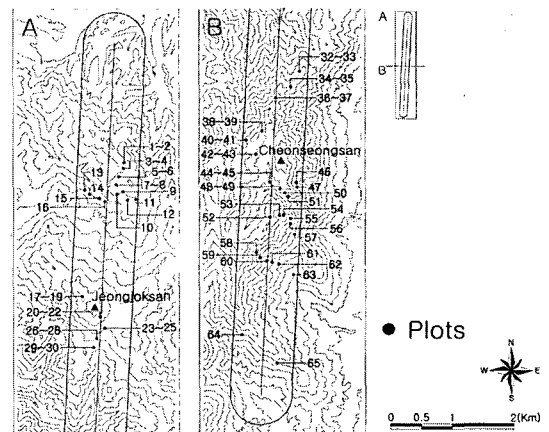


Figure 1. Map of survey plots in the Cheonseongsan

사용하여 Shannon의 종다양도(Pielou, 1977) 및 균재도(J)를 계산하였으며, Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도지수(Similarity Index)를 분석하였다.

**(3) 현존식생 및 녹지자연도 조사**

대상지의 현존식생을 파악하기 위하여 1996년 산림청에서 발행한 임상도를 기본으로 직접 현장에서 식생상관과 식물군락을 조사하여 작성하였다. 녹지자연도는 현존식생도를 중심으로 지형도상 토지이용현황, 임령 등을 참조하여 녹지자연도를 사정하였다. 녹지자연도는 진희성(1996)과 환경부(2000)의 녹지자연도 평가기준을 사용하였다.

현존식생과 녹지자연도의 도면작성 및 산출은 AutoCAD 2002와 ArcGIS, ArcView 3.0을 활용하였다.

**(4) 연륜 및 성장량조사**

식생구조 조사구에서 우점종 중 평균흉고직경에 해당하는 수목 혹은 대표적인 수목을 2~3주씩 선정하여 지상으로부터 1.2m높이에서 성장추를 이용하여 목편을 추출하였다. 추출한 목편은 분석하여 수목의 수령 및 생

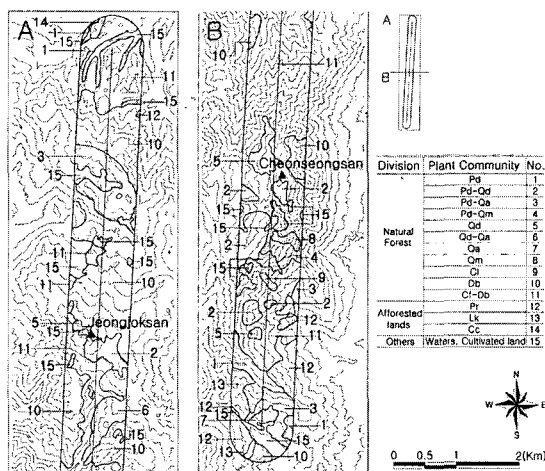


Figure 2. The actual vegetation map of the Wonhyo tunnel reserved section in the Cheonseongsan (The legend is referred to the Table 1)

Table 1. The distribution ratio of actual vegetation on the Wonhyo tunnel reserved section of KTX

Division	Plant Community <sup>1</sup>	Area(m <sup>2</sup> )	Ratio(%)
Natural Forest	Pd	599,633.26	4.26
	Pd-Qd	800,853.36	5.70
	Pd-Qa	984,080.30	7.00
	Pd-Qm	39,234.92	0.28
	Qd	262,495.60	1.87
	Qd-Qa	434,522.33	3.09
	Qa	89,478.51	0.64
	Qm	69,160.68	0.49
	Cl	34,104.97	0.24
	Db	3,398,385.85	24.18
	Cf-Db	5,471,880.51	38.93
	Subtotal		
Afforested lands	Cc	46,127.53	0.33
	Pr	507,027.07	3.61
	Lk	214,222.99	1.52
	Subtotal		
Others	Waters	32,818.93	0.23
	Cultivated land	422,064.64	3.01
	Alpine marshy land	103,500.00	0.74
	Etc.	545,806.69	3.88
	Subtotal		
Total		114,055,398.14	100.00

<sup>1</sup> Pd: *Pinus densiflora*, Qd: *Quercus dentata*, Qm: *Q. mongolica*, Qa: *Q. acutissima*, Db: Deciduous broadleaf forest, Cf: Coniferous forest, Cl: *Carpinus laxiflora*, Cc: *Castanea crenata*, Pr: *P. rigida*, Lk: *Larix kaempferi*

장상태를 파악하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사지 개황

천성산지역은 울산시와 양산시의 기후 특성 영향으로 해양성기후와 대륙성기후가 같이 나타나며 연평균기온이 높고 계절풍의 영향으로 비교적 온난한 곳으로 알려져 있다(한국고속철도건설공단, 2003). 지난 10년간(1992~2001년) 연평균기온은 14.2℃, 평균최고기온은 19.3℃, 평균최저기온은 10.0℃였다. 강수량은 1,219.1mm였고, 평균풍속은 2.1m/sec였다(기상청, 2002).

65개 조사대상지는 해발 300~780m에 분포하며, 교목층 평균흉고직경은 16.9cm, 아교목층 평균흉고직경은 5.4cm였다.

### 2. 현존식생

조사대상지내 현존식생을 유형별로 구분하고 면적을 계산하였다(Figure 2, Table 1). 크게 자연산림지역과 인공림지역 그리고 기타의 3가지 유형으로 구분한 결과, 자연산림지역은 침엽활엽혼효림, 낙엽활엽수림 등 총 11개 군락으로, 인공림지역은 3개 군락으로 구분되었다. 식생유형중 가장 넓게 분포하고 있는 것은 침엽활엽혼효림으로 전체의 38.93%였고, 이어 낙엽활엽수림이 24.18%를 차지하였다.

### 3. 녹지자연도

조사대상지내 녹지자연도 등급을 산정하고 면적 및 비율을 계산하였다(Figure 3, Table 2). 사정결과 등급 8이 전체의 86.68%로 가장 넓은 비율을 차지하였고, 등급 10은 0.74%로 나타났다. 반면, 한국고속철도건설공단

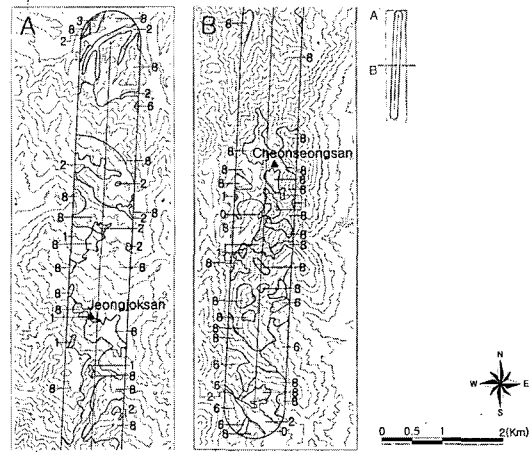


Figure 3. The degree of green naturality(DGN) map of the Wonhyo tunnel reserved section in the Cheonseongsan

(2003)의 자료는 고속철도 계획노선 좌우 1km씩 폭 2km, 길이 13km지역에 대해 녹지자연도 등급을 산정한 결과 등급 8은 없는 것으로 나타났었고, 대상지 전체계 20년 미만으로 이뤄진 등급 7로 전체면적의 89%를 차지한다고 하여 본 연구와 상이한 결과를 나타내었다.

### 4. 식생구조

#### 1) Ordination 분석

전체 조사구에 대해 ordination중 DCA기법을 이용하여 조사구별 관계를 요약하였다(Figure 4). 첫 번째 축과 두 번째 축의 eigenvalue값은 각각 40.9%, 30.7%로 집중율은 높았다.

왼쪽으로 소나무를 중심으로 침엽수 및 침엽활엽수 조사구가 밀집하였고, 오른쪽은 낙엽활엽수 군락이 분포하였다.

Table 2. The degree of green naturality(DGN) on the Wonhyo tunnel reserved section of KTX

Degree	Outline	Area(m <sup>2</sup> )	Ratio(%)
0	Water reservoir	32,818.93	0.23
1	Build-up area	545,806.69	3.88
2	Crop field	422,064.64	3.01
3	Orchard	46,127.53	0.33
6	Reforestation	721,250.06	5.13
8	Secondary forest(Ⅱ)	12,183,830.29	86.68
10	Natural grassland	103,500.00	0.74
Total		114,055,398.14	100.00

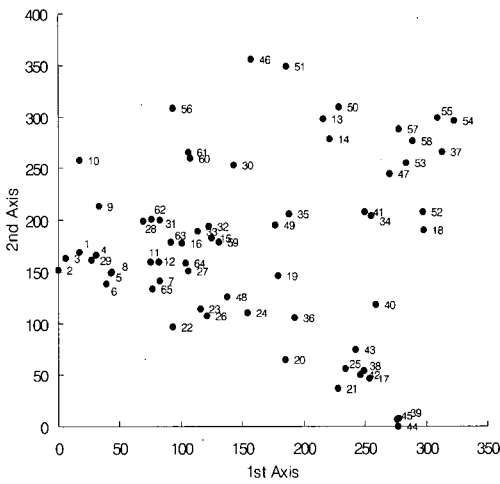


Figure 4. DCA(detrended correspondence analysis) ordination of sixty five plots

2) 군락구조분석

주요 군락별로 상대우점치 및 평균상대우점치 분석을 층위별로 실시하여 군락의 구조를 나타내었다(Table 3). 이 연구에서는 현존식생을 고려하여 가장 넓게 분포하고 있는 침엽활엽수군락과 낙엽활엽수군락, 소나무-떡갈나무군락, 소나무-상수리나무군락 그리고 능선부에 자리 잡고 있는 떡갈나무군락에 대해 살펴보았다.

(1) 침엽활엽수군락

침엽활엽수군락은 소나무를 중심으로 다양한 활엽수종이 혼재하고 있다. 교목층에서는 소나무(I.P. 47.7%)를 비롯하여 졸참나무(I.P. 36.1%)와 상수리나무(I.P. 16.2%) 등이 관찰되고, 아교목층에서는 쇠물푸레나무(I.P. 45.4%)를 중심으로 떡갈나무(I.P. 25.2%), 졸참나무(I.P. 15.7%) 등이 주요 종으로 출현하고 있다. 소나무의 세력은 교목층을 위주로만 형성되어 참나무류와의 경쟁을 통해 점차 참나무류가 주도하는 낙엽활엽수군락으로 변화되어 갈 것으로 생각된다.

(2) 낙엽활엽수군락

낙엽활엽수군락을 층위별로 살펴보면, 교목층은 굴참나무(I.P. 23.6%), 졸참나무(I.P. 16.1%), 비목나무(I.P. 14.9%), 개서어나무(I.P. 10.6%) 등이 다양하게 관찰되었으며, 아교목층에서는 사람주나무가 상대우점치 22.3%를 보여 우점종이었다. 관목층에서는 비목나무(I.P. 31.9%)와 조록싸리(I.P. 11.9%) 그리고 쇠물푸레나무(I.P. 10.9%) 등이 주요 우점종으로 분포하고 있는 것으로 나타났다.

(3) 소나무-떡갈나무군락

소나무-떡갈나무군락은 교목층에서 소나무와 떡갈나무의 상대우점치가 각각 40.1%, 36.4%로 나타났고, 아교목층에서는 철쭉꽃만 관찰되었다. 관목층에서는 생강나무(I.P. 45.0%)가 우점종으로 출현하였다. 기존 소나무군락에 떡갈나무가 점차 세력을 확장해 나가고 있어 두 수종간에 경쟁이 예상된다.

(4) 소나무-상수리나무군락

소나무-상수리나무군락에서 교목층은 상수리나무의 상대우점치가 54.4%로 소나무의 39.1%보다 높게 분석되었으나, 아교목층에서 소나무가 34.0%의 상대우점치를 보여 평균상대우점치에서는 소나무 30.9%, 상수리나무 31.4%의 양상을 나타내고 있다. 아교목층에서는 졸참나무가 20.9%의 상대우점치로 점차 세력을 확장하고 있고, 관목층에서는 생강나무(I.P. 12.4%), 조록싸리(I.P. 12.0%), 비목나무(I.P. 11.9%), 때죽나무(I.P. 10.2%) 등이 주요종으로 관찰되었다. 소나무와 상수리나무 및 굴참나무 등 참나무류와의 경쟁이 예상되는 군락이다.

(5) 떡갈나무군락

천성산을 지나는 낙동정맥을 따라 능선부에 분포하고 있는 떡갈나무군락은 떡갈나무가 교목층에서 84.1%, 아교목층에서 51.4%의 상대우점치를 나타내고 있다. 관목층에서는 산철쭉(I.P. 37.2%)과 비목나무(32.9%)의 세력이 넓게 분포하고 있다. 김동필과 최송현(2004)은 낙동정맥을 따라 가지산-능동산 구간의 능선부에 떡갈나무가 우점종으로 분포하고 있다고 보고하여, 천성산지역의 능선부식생이 가지산지역의 능선부식생과 유사한 구조를 가지고 있음을 알 수 있었다.

이상의 주요 군락별로 식생구조를 살펴본 결과 천성산 지역은 소나무를 중심으로 한 침엽수가 졸참나무, 상수리나무, 굴참나무, 떡갈나무 등 참나무류의 수종들과 경쟁관계를 유지하고 있는 것으로 판단되면, 국지적으로 능선부와 계곡 등은 낙엽활엽수군락을 유지하고 있는 것으로 보여진다.

5. 연륜 및 성장분석

전체 65개 조사구에서 채취한 목편으로 수목의 연륜 및 성장분석을 실시하여, 군집별로 대표수종의 분석결과를 나타내었다(Table 4). 소나무를 중심으로 하는 침엽활엽수군락에서 소나무는 흉고직경 36cm가 50년생으로 연평균성장량은 3.39mm였고, 낙엽활엽수군락에서는 졸참나무와 상수리나무의 예측수령이 34년, 47년으로 나타났다. 소나무-떡갈나무, 소나무-상수리나무 군락의 예측수령은 25~50년 정도이고, 능선부의 떡갈나무

Table 3. Importance percentages of the woody plants by the stratum in major communities

Comm.	Species	Layer					Species	Layer				
			C <sup>1</sup>	U	S	M			C	U	S	M
Cf-Db	<i>Lindera erythrocarpa</i>		14.9	7.3	31.9	15.2	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>		0.0	2.6	0.2	0.9
	<i>Quercus variabilis</i>		23.6	7.0	0.0	14.2	<i>Albizia julibrissin</i>		1.7	0.0	0.0	0.9
	<i>Q. serrata</i>		16.1	5.0	2.6	10.1	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		0.0	1.0	2.0	0.7
	<i>Sapium japonicum</i>		0.0	22.3	4.2	8.1	<i>Sorbus alnifolia</i>		0.0	1.8	0.0	0.6
	<i>Q. acutissima</i>		11.7	2.2	0.9	6.8	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>		0.0	1.4	0.6	0.6
	<i>Carpinus tschonoskii</i>		10.6	3.8	0.0	6.5	<i>Deutzia glabrata</i>		0.0	0.0	3.1	0.5
	<i>Q. mongolica</i>		9.4	1.5	0.9	5.4	<i>Corylus sieboldiana</i>		0.0	0.3	2.1	0.5
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>		0.0	7.2	10.9	4.2	<i>Corylus heterophylla</i>		0.0	0.0	2.3	0.4
	<i>Styrax obassian</i>		1.3	6.6	1.4	3.1	<i>Castanea crenata</i>		0.7	0.0	0.0	0.3
	<i>Lindera obtusiloba</i>		0.0	5.1	7.2	2.9	<i>Smilax china</i>		0.0	0.0	1.5	0.3
	<i>Q. dentata</i>		1.3	4.5	0.0	2.1	<i>Ligustrum obtusifolium</i>		0.0	0.0	1.4	0.2
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>		0.0	0.0	11.9	2.0	<i>Vitis amurensis</i> var. <i>coignetii</i>		0.0	0.0	1.3	0.2
	<i>Rhus trichocarpa</i>		0.0	4.9	2.0	2.0	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>		0.0	0.0	0.8	0.1
	<i>Prunus sargentii</i>		2.7	1.5	0.0	1.8	<i>Morus bombycis</i>		0.0	0.4	0.0	0.1
	<i>Pinus densiflora</i>		0.0	4.4	0.9	1.6	<i>Carpinus coreana</i>		0.0	0.3	0.0	0.1
	<i>Magnolia sieboldii</i>		0.0	4.5	0.0	1.5	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>		0.0	0.0	0.6	0.1
	<i>Platycarya strobilacea</i>		1.8	1.8	0.0	1.5	<i>Callicarpa japonica</i>		0.0	0.0	0.7	0.1
	<i>Stewartia koreana</i>		2.4	0.0	0.0	1.2	<i>Z. piperitum</i>		0.0	0.0	0.5	0.1
	<i>Viburnum erosum</i>		0.0	2.5	2.1	1.2	<i>Euonymus sachalinensis</i>		0.0	0.0	0.4	0.1
	<i>Lindera glauca</i>		0.0	0.3	5.4	1.0	<i>Spiraea blumei</i>		0.0	0.0	0.3	0.0
<i>Styrax japonica</i>		1.9	0.0	0.0	1.0	<i>Stephanandra incisa</i>		0.0	0.0	0.2	0.0	
Db	<i>Fraxinus sieboldiana</i>		0.0	45.4	87.9	29.8	<i>Rhus trichocarpa</i>		0.0	3.5	1.0	1.4
	<i>Pinus densiflora</i>		47.7	0.0	0.0	23.9	<i>Lindera obtusiloba</i>		0.0	2.1	0.0	0.7
	<i>Q. serrata</i>		36.1	15.7	3.0	23.8	<i>Viburnum erosum</i>		0.0	1.4	0.0	0.5
	<i>Q. dentata</i>		0.0	25.2	0.0	8.4	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		0.0	0.0	1.3	0.2
	<i>Q. acutissima</i>		16.2	0.0	0.0	8.1	<i>Lindera erythrocarpa</i>		0.0	0.0	0.8	0.1
	<i>Styrax japonica</i>		0.0	6.8	3.9	2.9	<i>Smilax china</i>		0.0	0.0	0.7	0.1
Pd-Qd	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		0.0	100.0	8.8	34.8	<i>Carpinus tschonoskii</i>		7.7	0.0	0.0	3.9
	<i>Pinus densiflora</i>		40.1	0.0	0.0	20.0	<i>Fraxinus sieboldiana</i>		0.0	0.0	9.0	1.5
	<i>Q. dentata</i>		36.4	0.0	0.0	18.2	<i>Rh. yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>		0.0	0.0	5.4	0.9
	<i>Q. acutissima</i>		15.9	0.0	0.0	7.9	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>		0.0	0.0	3.1	0.5
	<i>Lindera obtusiloba</i>		0.0	0.0	45.0	7.5	<i>Corylus sieboldiana</i>		0.0	0.0	2.8	0.5
<i>Lindera erythrocarpa</i>		0.0	0.0	26.0	4.3							

<sup>1</sup> C: Canopy layer, U: Understory layer, S: Shrub layer, M: Mean important percentage

Table 3. (Continued)

Comm.	Species	Layer				Species	Layer				
		C	U	S	M		C	U	S	M	
Pd-Qa	<i>Quercus acutissima</i>	54.4	8.3	9.0	31.4	<i>Quercus variabilis</i>	0.7	0.5	0.0	0.5	
	<i>Pinus densiflora</i>	39.1	34.0	0.0	30.9	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	0.0	0.0	1.8	0.3	
	<i>Quercus serrata</i>	1.7	20.9	7.7	9.1	<i>Platycarya strobilacea</i>	0.0	0.9	0.0	0.3	
	<i>Styrax japonica</i>	0.0	8.9	10.2	4.7	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0.0	0.0	1.4	0.2	
	<i>Lindera erythrocarpa</i>	0.0	3.0	11.9	3.0	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.0	0.0	0.6	0.2	
	<i>Rhus trichocarpa</i>	0.0	4.7	6.9	2.7	<i>Styrax obassian</i>	0.0	0.5	0.4	0.2	
	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.0	1.1	12.4	2.3	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	0.0	0.0	0.7	0.1	
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.0	0.0	12.0	2.0	<i>Aralia elata</i>	0.0	0.0	0.5	0.1	
	<i>Q. dentata</i>	0.9	3.9	0.2	1.8	<i>Rosa multiflora</i>	0.0	0.0	0.3	0.1	
	<i>Castanea crenata</i>	3.3	0.0	0.7	1.8	<i>Rubus crataegifolius</i>	0.0	0.0	0.3	0.1	
	<i>Viburnum wrightii</i>	0.0	2.2	5.3	1.6	<i>Parthenocissus thrcuspidata</i>	0.0	0.0	0.3	0.1	
	<i>Prunus sargentii</i>	0.0	4.0	0.8	1.5	<i>Diospyros lotus</i>	0.0	0.0	0.2	0.0	
	<i>Smilax china</i>	0.0	0.0	8.3	1.4	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	0.0	0.0	0.2	0.0	
	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.0	0.4	0.3	1.2	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	0.0	0.0	0.2	0.0	
	<i>Viburnum erosum</i>	0.0	1.2	3.5	1.0	<i>Vitis flexuosa</i>	0.0	0.0	0.2	0.0	
	<i>Lindera glauca</i>	0.0	0.5	3.5	0.8	<i>Rh. yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	0.0	0.0	0.2	0.0	
	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.0	1.6	0.2	0.5						
	Qd	<i>Quercus dentata</i>	84.1	51.4	3.3	59.7	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.0	0.8	1.8	0.6
		<i>Rh. yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>	0.0	6.7	37.2	8.4	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	0.0	0.8	1.7	0.6
<i>Lindera erythrocarpa</i>		0.9	1.5	32.9	6.5	<i>Carpinus tschonoskii</i>	1.0	0.0	0.0	0.5	
<i>Rh. schlippenbachii</i>		0.0	17.0	0.9	5.8	<i>Tripterygium regelii</i>	0.0	0.0	2.7	0.5	
<i>Quercus acutissima</i>		4.9	6.2	0.0	4.5	<i>Pinus densiflora</i>	0.7	0.0	0.0	0.4	
<i>Sorbus alnifolia</i>		5.2	0.0	0.0	2.6	<i>Prunus sargentii</i>	0.0	0.8	0.0	0.3	
<i>Lespedeza maximowiczii</i>		0.0	0.0	12.4	2.1	<i>Euonymus sachalinensis</i>	0.0	0.5	0.4	0.2	
<i>Quercus mongolica</i>		3.2	1.2	0.0	2.0	<i>Corylus sieboldiana</i>	0.0	0.0	1.3	0.2	
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>		0.0	3.5	1.7	1.5	<i>Styrax obassian</i>	0.0	0.5	0.0	0.2	
<i>Fraxinus sieboldiana</i>		0.0	3.2	2.0	1.4	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	0.0	0.5	0.0	0.2	
<i>Rh. mucronulatum</i>		0.0	2.2	0.0	0.7	<i>Alnus hirsuta</i>	0.0	0.0	0.5	0.1	
<i>Tilia amurensis</i>		0.0	1.7	0.0	0.6	<i>Smilax china</i>	0.0	0.0	0.5	0.1	
<i>Rh. mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>		0.0	1.5	0.4	0.6	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	0.0	0.0	0.3	0.1	

<sup>1</sup> C: Canopy layer, U: Understory laler, S: Shrub layer, M: Mean important percentage

Table 4. The estimated age of forest in the Wonhyo tunnel reserved section of KTX

Community <sup>1</sup>	Species <sup>1</sup>	Height (m)	DBH (cm)	Expected Age (Year)	Mean Annual Growth (mm)
Cf-Db	<i>Pd</i>	11	64	63	4.05
	<i>Pd</i>	14	36	50	3.39
Db	<i>Qs</i>	15	30.5	34	4.30
	<i>Qa</i>	17	24	47	3.53
	<i>Ct</i>	14	54	49	4.70
<i>Pd-Qd</i>	<i>Pd</i>	10	46	39	4.76
	<i>Rs</i>	6	7	25	1.45
<i>Pd-Qa</i>	<i>Qa</i>	20	25	49	2.16
	<i>Pd</i>	20	39	44	3.74
	<i>Qs</i>	12	22.5+11.5	37	3.25
<i>Qd</i>	<i>Qd</i>	8	8	41	1.99
	<i>Qd</i>	8	18	39	2.01

<sup>1</sup> Cf: Coniferous forest, Db: Deciduous broadleaf forest, Pd: *Pinus densiflora*, Qd: *Quercus dentata*, Qa: *Q. acutissima*, Qs: *Q. serrata*, Ct: *Carpinus tschonoskii*, Rs: *Rhododendron schlippenbachii*

무군락의 수령범위도 40~50년으로 나타났다.

전체적으로 천성산 대상지역내 산림의 임령은 30~40년 범위인 것으로 파악된다. 이는 김동필과 최송현(2004)이 가지산지역의 능선부 산림식생구조 연구에서 임령이 30~40년임을 밝힌 것과 유사한 결과이다. 한국고속철도건설공단(2003)의 자연변화 정밀보고서에서는 연륜 및 성장분석 조사가 실시되지 않은 것으로 보여진다.

6. 종수 및 개체수 분석

조사 대상지의 단위면적당(100m<sup>2</sup>) 종수 및 개체수 분석을 실시하였다(Table 5). 개체수 분석에서 교목층의 평균출현개체수는 11.05±5.25주, 아교목층은 21.05±

11.57주였다. 종수 분석에서는 교목층이 2.66±1.25종, 아교목층이 6.03±2.67종이었고, 관목층은 단위면적 25 m<sup>2</sup>에서 6.71±3.16종 출현하고 있었다.

인용문헌

기상청 (2002) 기상연보. 294쪽.  
 김동필, 최송현 (2004) 낙동정맥 가지산-능동산 구간의 능선부 식생구조. 한국환경생태학회지 18(3): 279-287.  
 조규갑 (1990) 천성산 식생에 관한 연구. 동아대학교 석사학위논문. 42쪽.  
 진희성 (1996) 식생 및 녹지자연도 조사 보고서. 환경부. 395쪽.  
 한국고속철도건설공단(1994) 경부고속철도 부산-경남권 건

Table 5. Descriptive analysis of the number of species and individuals (Unit: 100 m<sup>2</sup>)

Descriptive analysis	No. of Individuals				No. of Species			
	Tree	Understory	Shrub <sup>1</sup>	Total	Tree	Understory	Shrub <sup>1</sup>	Total
Mean	11.05 ±5.25	21.05 ±11.57	31.14 ±21.67	73.38 ±92.11	2.66 ±1.25	6.03 ±2.67	6.71 ±3.16	11.43 ±3.98
Median	10	21	23	58	2	6	6	12
Mode	9	14	14	40	2	5	6	12
Max	27	54	85	775	6	13	13	22
Min	2	2	4	24	1	1	2	3

<sup>1</sup> The unit area of shrub layer is 25m<sup>2</sup>.



- 설사업 환경영향평가 최종보고서. 741쪽.
- 한국고속철도건설공단(2003) 경부고속철도 천성산(원효터널)지역 자연변화 정밀조사보고서. 311쪽.
- 환경부(2000) 전국 무인도서 자연환경조사: 전라남도 해남. 128쪽.
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32:476-496.
- Hill, M.O. (1979) DECORANA- a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell University. Ithaca, N.Y.
- Pielou, E.C.(1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, N.Y.
- Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains Ecological Monographs 26:1-80pp.