

강원도 정선군 백운산 High 1 스키장 슬로프 개발 지역의 주목 생육현황 조사¹

김갑태^{2*} · 엄태원² · 김희진³

A Study on the Growing State of *Taxus cuspidata* in Baekwoonsan the High 1 Ski Slope Construction Area in Jeungsun-gun, Gangwon-do¹

Gab-Tae Kim^{2*}, Tae-Won Um², Hoi-Jin Kim³

요약

합리적 주목 관리의 기초자료를 얻고자 강원도 정선군 하이원 스키장 건설지역에 분포하는 주목 323개체 (이식된 57 개 포함)에 대하여 수고, 근원경, 흉고직경, 줄기상태, 동공의 크기, 초두부 상태, 가지고사율, 엽생육 상태, 신초생장, 2년생엽 탈락율, 뿌리상태 및 수형을 조사하였다. 조사항목들을 생육상태가 나쁠수록 높은 점수가 되도록 등급화하였다. 조사대상지에 생육 중인 주목은 주로 해발고가 높은 능선부나 북사면에서 자라고 있었다. 백운산 주목의 생육상태는 국내 다른 아고산지대의 주목과 구상나무의 생육상태에 비하여 상대적으로 양호한 것으로 판단된다. 피해주목들은 이식작업에서 뿌리제거, 잔존목으로 슬로프 공사 시 복토, 터파기로 인한 뿌리 손상 등이 대부분이었다. 주목보존을 위한 몇 가지 방안이 제시되었다.

주요어: 수목관리, 주목 보존 방안

ABSTRACT

For the proper tree management of *Taxus cuspidata*, distributed in the High 1 Ski Slope construction area in Baekwoonsan, Jeungsun-gun, Kangwon-do, the growing states of 323 trees(including transplanted 57trees) are investigated. Tree height, rootcollar diameter, D.B.H., stem condition, apical shoot, dead branch, needle growth condition, 2-year-old needle loss, root condition, tree form are investigated.

Taxus cuspidata are mainly growing at the sites, high elevated mountain ridge or slopes facing north. Growing states of *Taxus cuspidata*, distributed in Baekwoonsan are relatively better than those of *Taxus cuspidata* and *Abies koreana* at other subalpine zone in Korea. Damaged trees are mainly due to root-removal through transplanting, root-damages by raising the ground level and digging.

Several methods of *Taxus cuspidata* conservation were suggested.

1. 접수 2009년 4월 7일, 수정(1차 : 2009년 7월 25일), 게재확정 2009년 8월 17일

Received 7 April 2009; Revised(1st 25 July 2009); Accepted 17 August 2009

2. 산림대학교 산림과학과 College of Life Sci. & Resour., Sangji Univ., Wonju, 220-702, Korea

3. 서울대학교 대학원 Graduate school, Seoul Natl. Univ. Seoul, 151-291, Korea

* Corresponding author (gtkim@sangji.ac.kr)

KEY WORDS: TREE MANAGEMENT, CONSERVATION**서론**

강원도 태백시 피재에서 서쪽으로 방향을 바꾸어 내륙으로 내려오던 백두대간은 함백산(1,572.9m), 만항재에 이르면 화방재 방면(남쪽)으로 태백산으로 향한다. 백두대간이 남쪽으로 향하는 만항재에서 북서쪽으로 가지를 치는 능선이 두위지맥으로 약 8.5km 거리에 백운산(白雲山, 1,426.2m)이라는 커다란 육산을 만들어 놓았다.

석탄채굴의 채산성이 떨어져 폐광산이 늘어나면서 이 문제를 해결하고자, 1995년 12월 29일 폐광지역개발 지원에 관한 특별법이 제정되었다. 이 법의 제정으로 문화관광산업으로 지역발전을 위하여 1998년 6월 2일 석탄산업합리화사업단, 강원도개발공사, 정선군, 태백시, 삼척시, 영월군 등의 대표자들이 발기인으로 (주)강원랜드라는 회사를 설립하였다. 강원랜드에서 2005년 환경친화적 스키장 건설을 위하여 강원랜드 High 1 스키장의 건설초기부터 환경친화적인 스키장 개발과 4계절 활용을 위한 여러 가지 방안이 강구되고 추진되었다. 발왕산과 덕유산의 산정부 개발사례와 같은 주목의 훼손을 예방하기 위하여 주목 이식을 최소화하고 이식한 주목도 철저한 관리를 통하여 최대한 살리면서 스키장을 개발하고자 하였다.

이러한 고산지대에 분포하는 고산수목의 쇠퇴현상이 국내·외에서 많은 사람들의 관심이 되고 있다(Binns and Redfern, 1983; Cook *et al.*, 1987; Cowling and Dochinger, 1980; Führer, 1990; Lee *et al.*, 2003; McLaughlin *et al.*, 1983; Kim *et al.*, 1991, 1994, 1996, 1997; Paul, 1990; Pitelka and Raynal, 1989;). 지리산 구상나무의 12%가 고사목(Kim *et al.*, 1991, 1997), 덕유산 구상나무림에서는 18.18%가 고사목(Kim and Choo, 1999), 한라산 구상나무림에서는 8.11%의 고사목(Kim *et al.*, 1998), 소백산 주목림의 생육상태는 지극히 불량하며 쇠퇴원인 구멍과 활엽수 제거 등의 보호대책이 필요하며(Yim *et al.*, 1993), 태백산 장군봉 주목림에서는 8.22%의 고사목 (Kim and Baek, 1998)을 각각 보고한 바 있다. 이러한 고산수목의 고사를 삼림쇠퇴(forest decline)현상으로 일컬으며, 가장 중요한 원인으로 산성비와 대기오염(Binns and Redfern, 1983; Cowling and Dochinger, 1980; McLaughlin *et al.*, 1983; Paul, 1990; Pitelka and Raynal, 1989)이 원인으로 작용하기도 하고, 지구온난화, 건조 및 토양환경의 변화(Cook *et*

al., 1987; Führer, 1990; Lee *et al.*, 2003)로 설명하기도 하였다. 이처럼 고산수종인 주목과 구상나무의 생육상태는 전국적으로 지극히 불량하며 이에 대한 보호대책이 절실히 필요한 실정이다.

이에 이 조사는 백운산 스키장 개발지역에 분포하는 주목의 생육현황을 정밀 조사하여 향후 주목 관리의 기초자료로 활용하기 위하여 수행하였다.

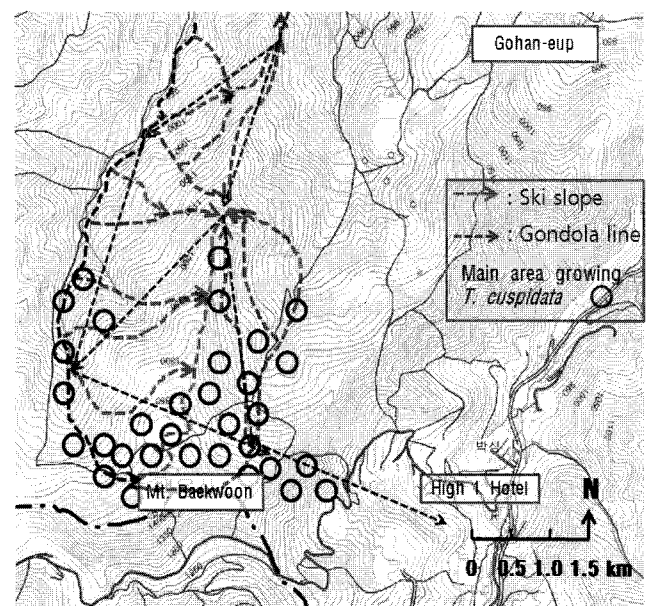


Figure 1. Location of survey sites in Mt. Baekwoon

조사 및 방법**1) 조사 시기**

2006년 5월부터 이식한 주목의 피해가 발생하여 주목 관리의 필요성이 백운산스키장 환경협의회에서 논의되기 시작하였으며, 본격적인 주목생육 현황 조사는 6월 중순부터 시작되었으며, 10월 초순까지 정밀 조사를 실시하였다.

2) 조사 범위

주목생육 현황조사는 기본적으로 현재 스키장개발 사업 부지 주변에 분포하는 주목과 스키장개발로 이식된 주목에 한하여 조사하였다. 스키슬로프가 개설된 주변지역과 하이

원호텔에서 올라오는 곤돌라가 지나는 산림훼손지 주변지역도 조사대상지로 포함하였다. 조사대상지의 범위를 Figure 1에 보였다. 대부분의 주목이 백운산의 북향 사면이나 산정부에 집중적으로 분포하고 있었다.

3) 조사 방법

생육현황 조사는 기본적으로 현재의 생육상태를 사진으로 촬영하고, 주목의 생육지의 위도와 경도를 GPS로 측정하였다. 그 밖의 조사 항목은 주목생육지의 해발고, 방위, 지형, 경사 등의 조사 위치와 환경을 기록하였으며, 주변식생 현황으로 상, 중, 하층의 목본수종과 초본종을 조사하였으며, 상, 중층의 경우 우점종, 수고, 생육상태 및 수관윽폐도를 기록하였다. 주목생육 상태는 수고, 근원경, 흉고직경, 줄기상태, 동공의 크기, 초두부 상태, 가지고사율, 엽생육 상태, 신초생장, 2년생엽 탈락율, 뿌리상태 및 수형을 조사하였다.

주목생육현황 조사는 Kim et al.(1994)의 고산수목 생육현황 조사표에 준하여 실시하였다.

4) 주목생육 현황의 등급화

주목생육 상태는 줄기상태, 초두부 상태, 가지 고사율, 엽생육 상태, 신초생장 상태, 2년생엽 탈락율, 뿌리 상태 및 수형 등의 조사항목(Kim et al.,1994)을 Table 1에 보인 것과 같이 등급화하여 수치자료화 하였다.

결과 및 고찰

1) 조사대상 주목의 일반 현황

조사대상지에 생육 중인 주목은 총 323주이며, 이 중에는 이식한 주목 57주, 이식되지 않고 생육중인 주목이 266주였다. 조사된 항목들을 다음과 같이 등급화하고 결과를 정리한 것을 Table 2에 보였다.

주목은 해발고가 높을수록 많이 분포하고, 1,250m 미만에서는 7주만 분포하고 있다. 수고는 대체로 5m 미만인 개체가 많았으며, 10m 이상의 수고를 가진 주목은 7주에 불과하였다. 흉고직경도 75cm 이상인 개체는 4주에 불과하고 흉고직경 25cm 미만인 개체가 대부분인 283주였다. 줄기가 하나인 개체는 128주였고, 줄기가 4개 이상인 개체도 64주나 되어 대부분의 주목이 원줄기가 제대로 성장하지

Table 1. Grading of growth-related characteristics for surveyed *Taxus cuspidata* trees

Characteristics	Grades			
	1	2	3	4
Stem Condition	Normal	Slightly Damaged	Cavity Under 1/2	Cavity Over 1/2
Apical Shoot	Normal	Dead	-	-
Dead Branch(%)	Normal <5%	5 ≤ % < 25	25 ≤ % < 50	50% ≤
Needle Growth Condition	Normal <5%	5 ≤ % < 25	25 ≤ % < 50	50% ≤
Twig Growth Condition	Normal	Slightly Damaged	Half Damaged	Almost Damaged
2-year-old Needle Loss(%)	Normal <5%	5 ≤ % < 25	25 ≤ % < 50	50% ≤
Root Condition	Normal	Cuttet or Over covered	Naked Root	-
Tree Form	Normal	Slightly Deformed	Deformed	Almost Dead

Table 2. *Taxus cuspidata* tree distribution among elevation, tree height, root collar diameter, DBH and number of stems

Elevation	No. of Individuals	Tree Height	No. of Individuals	Root Collar Diameter	No. of Individuals	DBH	No. of Individuals	No. of Stems	No. of Individuals
>1,350m	161	10m ≤	7	75cm ≤	8	75cm ≤	4	1	128
1,300-1,350m	136	5-10m	143	50-75cm	19	50-75cm	11	2	76
1,250-1,300m	19	<5m	173	25-50cm	109	25-50cm	25	3	55
<1,250m	7			<25cm	187	<25cm	283	4 ≤	64
Total	323		323		323		323		323

못하고 결출기가 발달한 개체들이 많았다.

2) 주목생육 현황의 등급화

주목생육 현황의 등급화한 결과를 Table 3에 보였다.

조사된 주목 총 323주 중에서 줄기상태가 정상인 개체가 174주 53.9%였으며, 부분적으로 손상된 개체가 91주 28.2%, 1/2미만의 동공이 생긴 개체가 39주 12.1%, 1/2이상 동공이 형성된 개체가 19주 5.9%로 나타났다(Table 3). 초두부가 살아있는 개체는 209주 64.7%, 초두부가 고사한 개체가 114주 35.3%였다. 가지고사율이 5% 미만인 정상 개체가 83주 25.7%, 5-25%의 고사율을 보인 개체가 132주 40.9%, 25-50%의 고사율을 보인 개체가 70주 21.7%, 50% 이상의 고사율을 보인 개체가 38주 11.8%이었다. 엽생육상태가 5% 미만의 피해를 보이는 정상인 개체가 36주 11.1%, 5-25%의 피해율을 보인 개체가 130주 40.2%, 25-50%의 피해율을 보인 개체가 85주 26.3%, 50% 이상의 피해율을 보인 개체가 72주 22.3%이었다. 신초생장 상태는 정상 개체가 213주 65.9%, 경미한 불량개체가 17주 5.3%, 불량개체가 80주 24.6%, 극심한 불량개체가 13주 4.0%로 나타났다. 2년생엽 탈락율은 5% 미만인 정상 개체가 142주 44.0%, 5-25%의 탈락율을 보인 개체가 129주 39.9%,

25-50%의 탈락율을 보인 개체가 40주 12.3%, 50% 이상의 고사율을 보인 개체가 12주 3.7%이었다. 뿌리상태는 정상인 개체가 213주 65.9%, 스키장 개발로 복토되거나 뿌리가 절단된 개체가 49주 15.2%, 뿌리가 노출된 개체가 37주 11.5%이었다. 수형이 정상인 개체가 93주 28.8%, 경미한 불량개체가 162주 50.2%, 불량개체가 55주 17.0%, 고사위기에 처한 개체가 13주 4.0%로 나타났다. 이러한 결과는 지리산 구상나무의 12%가 고사목(Kim et al., 1991, 1997), 덕유산 구상나무림에서는 18.18%가 고사목(Kim and Choo, 1999), 한라산 구상나무림에서는 8.11%가 고사목(Kim et al., 1998), 태백산 장군봉 주목림에서는 8.22%가 고사목(Kim and Baek, 1998)을 각각 보고한 것에 비하여 백운산 주목의 생육상태는 상대적으로 양호한 것으로 판단된다.

3) 이식여부와 주목의 생육상태관련 형질 비교

Table 4에 이식여부에 따른 주목의 수고, 근원경, 흉고직경, 줄기의 수의 평균과 t-검정 결과를 보였다. 통계적 유의차가 인정되었으며, 이식한 주목이 수고, 근원경, 흉고직경 및 줄기의 수가 작은 것으로 나타났다. 이식작업의 용이성과 이식 전에 죽은 줄기와 가지를 쳐내는 등의 작업이 원인

Table 3. *Taxus cuspidata* tree distribution among the grades of growth-related characteristics

Characteristics	Number of Individuals by Grades(%)				Total(%)
	1	2	3	4	
Stem Condition	174(53.9)	91(28.2)	39(12.1)	19(5.9)	323(100)
Apical Shoot	209(64.7)	114(35.3)			323(100)
Dead Branch(%)	83(25.7)	132(40.9)	70(21.7)	38(11.8)	323(100)
Needle Growth Condition	36(11.1)	130(40.2)	85(26.3)	72(22.3)	323(100)
Twig Growth Condition	213(65.9)	17(5.3)	80(24.6)	13(4.0)	323(100)
2-year-old Needle Loss(%)	142(44.0)	129(39.9)	40(12.3)	12(3.7)	323(100)
Root Condition	237(73.4)	49(15.2)	37(11.5)		323(100)
Tree Form	93(28.8)	162(50.2)	55(17.0)	13(4.0)	323(100)

Table 4. Comparison of mean values of growth-related characteristics between reserved and transplanted *Taxus cuspidata* trees

Condition	Mean Values of Growth-related Characteristics			
	Tree Height (m)	Root Collar Diameter(cm)	D.B.H.(cm)	Stem Number
Reserved(266)	5.11	27.7	16.0	2.5
Transplanted(57)	4.41	18.5	10.9	1.9
t-values	39.76**	29.76**	39.76**	39.76**

Table 5. Comparison of the grades of growth-related characteristics between reserved and transplanted *Taxus cuspidata* trees

Characteristics	Condition	Number of Individuals by Grades(%)				Grade Means	t-values
		1	2	3	4		
Stem Condition	Reserved	136(49.8)	84(30.8)	35(12.8)	18(6.6)	1.80	9.2**
	Transplanted	39(76.0)	10(14.0)	7(8.0)	1(2.0)	1.47	
Apical Shoot	Reserved	172(63.0)	101(37.0)	-	-	1.42	3.9**
	Transplanted	41(72.0)	16(28.0)	-	-	1.28	
Dead Branch(%)	Reserved	67(24.5)	116(42.5)	60(22.0)	30(11.0)	2.19	18.5**
	Transplanted	16(28.0)	19(33.3)	12(21.1)	10(17.5)	2.28	
Needle Growth Condition	Reserved	42(15.4)	115(42.1)	73(26.7)	43(15.8)	2.42	26.6**
	Transplanted	1(1.8)	15(26.3)	14(24.6)	27(47.4)	2.47	
Twig Growth Condition	Reserved	192(70.3)	16(5.9)	60(22.0)	5(1.8)	1.55	9.7**
	Transplanted	22(38.6)	2(3.5)	23(40.4)	10(17.5)	2.37	
2-year-old Needle Loss(%)	Reserved	126(46.2)	107(39.2)	33(12.1)	7(2.6)	1.71	12.7**
	Transplanted	18(31.6)	23(44.4)	11(19.3)	6(10.5)	2.12	
Tree Form	Reserved	76(27.8)	145(53.1)	46(16.8)	6(2.2)	1.93	17.0**
	Transplanted	19(33.3)	18(31.5)	13(22.8)	7(12.3)	2.14	

으로 판단된다.

주목 이식여부에 따른 줄기상태, 초두부 유무, 가지 고사율, 엽생육 상태, 신초생장 상태, 2년생엽 탈락율, 수형 등의 등급별 개체수 분포와 비율, 등급평균과 t-검정 결과를 보였다(Table 5). 모든 항목에서 고도의 통계적 유의차가 인정되었으며, 줄기상태와 초두부 유무는 비교적 직경급이 작은 이식목이 보다 상태가 좋은 것으로 나타났으며, 가지 고사율과 엽생육 상태는 두 집단 간 차이가 크지 않았다. 신초생장 상태와 2년생엽 탈락율에서는 이식목에서 평균값이 높아 피해가 더 심한 것으로 나타났다. 수형에서는 큰 차이를 보이지는 않으나 다소 이식목에서 고사위기에 처한 개체들의 비율이 높은 경향을 보였다.

이러한 결과로 보아 스키장 개발에 따른 이식목의 생육은 많은 영향을 받고 있는 것으로 판단된다. 방치하는 경우에는 고사목이 발생하는 등의 피해가 증가할 것이라 판단된다. 특히 이식하지 않은 주목 6주와 이식목 7주 합계 13주는 고사할 위험이 매우 높다고 판단된다.

4) 주목의 피해 유형

피해 유형 A(Figure 2) 처럼 이식한 주목은 이식작업에서 제거된 뿌리손상으로 봄철의 가뭄에 심한 수분스트레스를 받을 수 밖에 없었다. 더불어 광환경이 급격히 변화되었고 작업시 발생하는 분진도 개체목의 생육에 영향을 것이라 사료된다. 다수의 이식목에서 어린 잎이 변색하고 부분적으로 봄철부터 탈락하는 등의 피해를 보였고, 피해가 심한 개

체목들은 고사할 것이라 판단된다.

피해 유형 B(Figure 3)는 잔존목으로 슬로프 공사 시 부분적으로 뿌리가 손상되고 복토로 토양환경이 나빠져 봄철



Figure. 2. Damage type A; transplanted tree.

의 가뭄에 심한 수분스트레스를 받을 수 밖에 없고, 광환경이 급격히 변화되었고 작업시 발생하는 분진도 개체목의 생육에 영향을 준 것이라 사료된다. 다수의 공사장 절토부위 인근에 자라는 개체목에서 어린 잎이 변색하고 부분적으로 봄철부터 탈락하는 등의 피해를 보였다.

피해 유형 C(Figure 3)은 잔존목으로 슬로프 공사 시에 터파기로 뿌리가 손상되고 토양환경이 나빠져 봄철의 가뭄에 심한 수분스트레스를 받을 수 밖에 없고, 광환경이 급격히 변화되었으며, 작업시 발생하는 분진도 개체목의 생육에 영향을 준 것이라 사료된다. 공사장 성토부위 인근에 자라는 다수의 개체목 들에서 어린 잎이 변색하고 부분적으로 봄철부터 탈락하는 등의 피해를 보였다.



Figure. 3. Damage type B; reserved tree. Root damage by raising the ground level



Figure. 4. Damage type C; reserved tree. Root damage by digging

5) 주목관리 방안

주목은 우리나라 고산지대의 특징수종으로 예로부터 신성시하던 나무로 고산지대의 차고 습한 지역에서 생육 중이나 환경변화로 생육상태가 일반적으로 불량하다. 소백산국립공원 주목군락지는 천연기념물로 지정되어 보호하고 있으며, 대부분의 고산지대 주목은 산림청에서 주목 관리대장을 만들어 놓고 주기적으로 생육상태를 조사하고 그 기록을 보관하는 귀한 나무로 보호가치가 크다고 인정하고 있다. 지역에 따라 다르나 지구온난화로 위협받는 주목, 가문비나무, 구상나무 등의 아고산식물 자생지의 개발에 대한 대책 마련이 필요하다고 판단된다.

인용문헌

- Binns, W. O. and D. B. Redfern (1983) Acid rain and forest decline in W. Germany. Forestry Commission Res. Dev. Paper 131, 13pp.
- Cook, E. R., Johnson, A. R. and T. J. Blasing (1987) Forest decline: modeling the effect of climate in tree rings. Tree Physiology 3: 27-40.
- Cowling, E. B. and L. S. Dochinger (1980) Effects of acidic precipitation on health and the productivity of forests. USDA For. Ser. Gen. Tech. Rep. PSW- 43:165-173.
- Führer, E (1990) Forest decline in central Europe: additional aspects of its cause. Forest Ecology and Management 37(4): 249-257.
- Kim, G. T., Kim, J. S. and G. C. Choo (1991). Studies on the structure of forest community at Banyabong area -*Abies koreana* forest-. J. Kor. Appl. Ecol. 5(1): 25-31.
- Kim, G. T., Kim, J. S., Choo, G. C. and W. H. Jin (1994). Studies on the structure of forest community at Paekryunsa-Hyangchokbong area in Tokyusan National Park. J. Kor. Appl. Ecol. 7(2): 155-163.
- Kim, G. T. and G. C. Choo (1999) Studies on the structure of forest community in subalpine zone of Togyusan -*Abies koreana* forest-. Kor. J. Env. Eco. 13(1):70-77.
- Kim, G. T. and G. J. Baek (1998) Studies on the stand structure of *Taxus cuspidata* forest at Janggunbong area in Taebaeksan -*Abies koreana* forest-. Kor. J. Env. Eco. 12(1): 1-8.
- Kim, G. T., Choo, G. C. and G. J. Baek (1998) Studies on the structure of forest community in subalpine zone of Mt. Halla -*Abies koreana* forest-. Jour. Korean For. Soc. 87(3): 366-371.
- Kim, G. T., Choo, G. C. and T. W. Um (1997) Studies on the structure of forest community at Cheonwangbong-Dyukpyeongbong area in Jirisan -*Abies koreana* forest-. Jour. Korean For. Soc. 86(2): 146-157.

- Kim, G. T., Choo, G. C. and T. W. Um (1996) Studies on the structure of forest community at Turobong- Sangwangbong area in Odaesan National Park -*Abies neprolepis* and *Taxus cuspidata* forest-. *Kor. J. Env. Eco.* 10(1): 160-168.
- Lee, C. H., Lee, S. W., Kim, Y. K. and J. H. Cho (2003). Atmospheric quality, soil acidification and tree decline in three Korean red pine forests. *Korean J. Ecol.* 26(2): 87-89.
- McLaughlin, S. E. Blasing, T. J., Mann, L. K. and D. N. Duvick (1983) Effects of acid rain and gaseous pollutants on forest productivity: A regional scale approach. *J.A.P.C.A.* 33: 1042-1049.
- Paul Schmid-Haas (1990) *European Forest Decline: Problems in Assessing and Monitoring Health.* DIANE Publishing, 24pp.
- Pitelka, L. F. and D. J. Raynal (1989) Forest decline and acidic deposition. *Ecology* 70(1):2-10.
- Yim, K. B., Kim, G. T., Lee, K. J. and J. S. Kim (1993). Studies on the structure of forest community at Birobong area in Sobaeksan -*Taxus cuspidata* forest-. *J. Kor. Appl. Ecol.* 6(2): 154-161.