

## 산양삼 생육특성과 입지환경 간의 상관관계

김기윤<sup>1</sup>, 엄유리<sup>2</sup>, 정대희<sup>3</sup>, 김현준<sup>2</sup>, 김만조<sup>4</sup>, 전권석<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>국립산림과학원 산림약용자원연구소, 박사연구원, <sup>2</sup>임업연구소, <sup>3</sup>석사연구원, <sup>4</sup>임업연구소

### The Correlation between Growth Characteristics and Location Environment of Wild-simulated Ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer)

Kiyoon Kim<sup>1</sup>, Yurry Um<sup>2</sup>, Dae-Hui Jeong<sup>3</sup>, Hyun-Jun Kim<sup>2</sup>, Mahn-Jo Kim<sup>4</sup> and Kwon-Seok Jeon<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Researcher, <sup>2</sup>Researcher, <sup>3</sup>Master's Degree Researcher and <sup>4</sup>Senior Researcher, Forest Medicinal Resources Research Center, National Institute of Forest Science, Yeongju 36040, Korea

**Abstract** - Wild-simulated ginseng is requires standard establishment on location environment for long-term and eco-friendly cultivation. The this study was carried out to investigate the correlation between growth characteristics and location environment of wild-simulated ginseng for selection of suitable cultivation area. Samples were collected from a 9 site of wild-simulated cultivation area and examined growth characteristics and location environment. Correlation coefficient between growth characteristics and location environment was analyzed using Spearman's rank correlation. The growth of wild-simulated ginseng was shown significantly higher in Geochang and Hamyang cultivation area. The results of correlation analysis was shown significantly correlation with percentage of conifer, total diameter at breast height, soil pH, K, Ca and Mg. The results of this study was clearly investigated the correlation between growth characteristics and location environment of wild-simulated ginseng, which is considered to will provide understanding for selection suitable cultivation area of wild-simulated ginseng.

**Key words** – Correlation analysis, Location environment, *Panax ginseng* C.A. Meyer, Suitable cultivation area, Wild-simulated ginseng

## 서 언

산양삼(Wild-simulated ginseng)이란 식물학적으로 두릅나무(Araliaceae)과 인삼속(*Panax*)에 속하는 식물로 학명은 *Panax ginseng* C.A. Meyer로 표기한다. 산양삼은 [임업 및 산촌진흥 촉진에 관한 법률]에 의거 재배지 선정부터 종자, 종묘, 식재, 재배관리, 품질검사, 유통 등이 '특별관리 임산물'로 관리 및 감독되고 있고, 산지에서 파종 또는 이식하여 인위적 시설 없이 재배한 삼(Cultivated ginseng)을 말한다(Jeon *et al.*, 2018). 최근 친환경 임산물에 대한 관심과 수요가 급증하면서 산양삼의 생산을 위한 재배면적 및 임가가 지속적으로 증가하고 있다. 2017년 [산양삼 종자·종묘 유통관리방안 연구]에서 조사한 연구결과에서 산양삼 재배면적은 2014년 8,477 ha에서 2017년

10,104 ha로 19.2% 증가하였으며, 생산임가는 2014년 2,205호에서 2017년 2,713호로 23% 증가하였다고 보고하였다(KFS, 2019). 그러나 우리나라 산양삼의 재배는 거래특성상 개별 농가 중심으로 이루어지는 것이 대부분이고, 재배·관리에 대한 정보와 기술의 보급 없이 농민 개개인의 경험에 의존하는 것이 실정이다. 최근 Kim *et al.* (2019)의 연구를 통해 재배유형에 따른 산양삼의 생육특성을 비교분석하여 산양삼 재배·관리 기술을 확립에 대한 연구가 수행되었으나, 산양삼 재배에 적합한 입지환경 및 적지 선정과 관련된 국내 연구는 미흡한 실정이다(Han *et al.*, 2011; Kwon *et al.*, 2011). 실제 1962년부터 2013년까지 한국임학회지에 게재된 산림특용자원식물에 대한 연구 논문 중 입지환경에 대한 연구 논문은 전체의 1.4%로 매우 적은 수준이었다(Lee *et al.*, 2015). 임업에서 임지의 생산력은 자연적인 입지조건과 토양환경에 따라 결정된다(Won *et al.*, 2005). 그러므로 산림내의 입지환경에 대한 명확한 조사는 산양삼의 생산성

\*교신저자: E-mail jks2029@korea.kr

Tel. +82-54-630-5641

을 증대시키는데 매우 중요하다고 할 수 있다. 인삼의 경우, [인삼 재배적지 기준설정 연구를 수행하여 토양환경, 인삼수확량, 기후 등을 고려하여 인삼 재배적지 기준을 설정하고, 재배적지에 대한 정보를 경작자에게 제공할 수 있는 기반을 조성하고 있다(Hyeon *et al.*, 2009). 이 밖에도 최근에는 오미자(Lim *et al.*, 2010), 개병풍(Yoon *et al.*, 2015), 참당귀(Park *et al.*, 2019)와 같은 약용식물 자생지의 입지환경 특성에 대한 연구를 활발히 수행하고 있다. 산양삼은 임지에서 7년 이상의 장기적인 재배와 무농약, 무비료를 원칙으로 하여 생산하기 때문에 노지에서 재배하는 인삼보다 토양 및 입지환경에 대한 명확한 기준설정이 필요하다. 나아가 재배지의 입지환경과 산양삼 생육특성 간의 상관관계를 구명할 수 있다면 보다 명확한 산양삼의 최적 재배를 위한 입지환경 조건의 확립이 가능할 것이다. 따라서 본 연구에서는 산양삼 재배에 적합한 최적 재배지를 선정하기 위해 산양삼 재배지의 입지환경을 조사하여 산양삼 생육특성과의 상관관계를 구명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 산양삼 및 토양시료 채취

본 연구의 공시작물인 산양삼 시료는 전국 권역별(북부, 중부, 남부)에서 각각 3지역 9개 산양삼 재배지(평창, 영월, 단양, 문경, 무주, 영주, 산청, 거창, 함양)를 선정한 후 각 재배지에서 13년생 산양삼 시료를 5분 썬 채취하였다(Fig. 1). 공시토양 시료는 각 재배지에서 표토를 제거하고 토심 10~30 cm에서 근권 토양 100 g을 채취하였다. 산양삼 및 토양 시료의 채취는 2018년

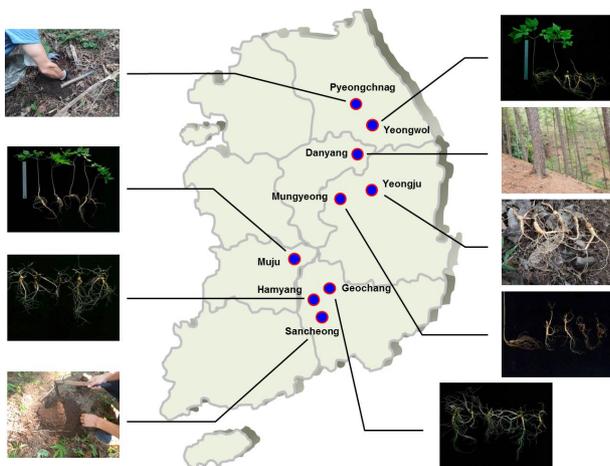


Fig. 1. Sample collected cultivation area of wild-simulated ginseng.

7월부터 9월까지 수행하였다. 채취한 산양삼 시료는 [산양삼 표준재배지집]의 수확 후 관리방법에 따라 수태(Sphagnum moss)를 위아래로 덮은 후 4℃의 저온장소에 보관하였다(Jeon *et al.*, 2018). 토양 시료는 서늘하고 건조한 곳에서 풍건한 다음 2 mm sieve를 이용하여 거른 후 실온에서 보관하였다.

### 산양삼 재배지의 입지환경 및 토양 이화학적 조사

산양삼 시료를 채취한 9개지 지역의 입지환경 조사를 실시하였다. 입지환경 조사는 산양삼 샘플을 채취한 구역으로부터 10 × 10 m 구획을 선정하고, 구획안의 임상별 수종, 수고, 흉고직경과 지형(사면방향, 사면경사, 해발고도)을 측정하였다. 토양의 이화학적 특성은 농촌진흥청 [종합검정실 분석 매뉴얼]을 참고하여 분석하였다(RDA, 2013). 산도(pH)와 전기전도도(Electric conductivity, EC)는 풍건토와 증류수를 1:5로 희석하고 30분 동안 진탕하여 pH meter와 EC meter를 이용하여 각각 측정하였다. 유기물(Organic matter, OM)은 Walkley-Black 법을 이용하였고, 유효인산(Available phosphate, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)은 Lancaster 침출법에 준하여 1-amino-2-naphtol-4-sulfanic acid에 의한 흡광도법을 이용하였다. 양이온치환용량(Cation exchange capacity, CEC)은 1 N-NH<sub>4</sub>OAc으로 침출 후 토양에 치환된 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>를 Kjeldhal 증류법으로 측정하였고, 전질소(Total nitrogen, TN) 함량은 토양 1 g에 진한 황산(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 5 mL을 넣고 Block digester를 이용하여 분해 한 후 마찬가지로 Kjeldhal 증류법으로 측정하였다. 치환성 양이온(Exchangeable cation)은 토양을 1 N-NH<sub>4</sub>OAc으로 침출 후 Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)를 이용하여 측정하였다.

### 산양삼 형태 및 생육특성

산양삼 시료의 형태적 특성을 분석하기 위해, 채취한 13년생 산양삼 지하부 샘플의 표면을 증류수로 세척하고 EPSON scanner (Expression 12,000XL)를 이용하여 스캔하였다. 스캔한 파일은 WinRHIZO™ Pro software (ver. 2017, Regent Instruments, Inc)를 이용하여 산양삼 지하부를 픽셀(Pixel) 단위로 측정 후, 넓이 단위로 변환하여 단면적(Cross-section area), 표면적(Surface area), 부피(Volume)를 측정하였다(Wisam *et al.*, 2018). 산양삼의 생육특성 조사는 국립종자원의 『인삼』 작물별 특성조사요령을 준수하여 뇌두길이(Rhizome length), 주근직경(Root diameter), 주근길이(Root length), 주근 생중량(Root fresh weight)을 측정하였다(KSVS, 2014).

**통계 및 상관관계 분석**

분석된 데이터 값은 평균 ± 표준오차(means ± standard error, S.E.) 값으로 나타냈고, 실험값의 통계처리 및 유의성 검정은 SAS (Statistical analysis system, ver. 9.4) software를 이용하여 산양삼 재배기간 생육특성에 대한 통계분석은 Tukey's 로 유의성을 검증하였으며 각 처리구간의 최소유의차(Minimum significant difference, MSD)는  $P < 0.05$  수준에서 통계처리 하였다. 산양삼의 생육특성과 입지환경 간의 상관관계 분석 (Correlation analysis)은 STATISTICA software (ver. 7.1)를

사용하여 Spearman's rank correlation 상관계수(R)와 유의성 ( $P < 0.05$ )을 확인하였다.

**결과 및 고찰**

**산양삼 재배지의 입지환경 및 토양 이화학적**

전국 산양삼 재배지 9지역의 입지환경을 조사한 결과, 지형은 모두 사면지형으로 경사는 9~35° 이었고, 방향은 동향, 북동향, 북서향, 남동향, 남서향으로 다양하였으며, 해발고도는 347~

Table 1. Location environment of wild-simulated ginseng cultivation area

Cultivation area	Topography			Forest physiognomy			
	Slope		ASL <sup>z</sup>	Species of three	DBH <sup>y</sup>	TH <sup>x</sup>	Percentage
	°	Aspect	m		cm	m	
Pyeongchang (PC)	25	Northeast	886	BT <sup>w</sup>	19.7	16.3	85.7
				Conifer	48.0	19.5	14.3
				Total	23.7	16.7	100
Yeongwol (YW)	35	Southeast	600	BT	-	-	-
				Conifer	23.3	14.9	100
				Total	23.3	14.9	100
Danyang (DY)	35	Northeast	383	BT	15.4	14.4	71.4
				Conifer	23.0	22.8	28.6
				Total	17.6	16.8	100
Mungyeong (MG)	15	Northwest	573	BT	22.8	18.6	44.4
				Conifer	28.0	25.5	55.6
				Total	25.1	21.7	100
Muju (MJ)	20	East	741	BT	20.6	14.7	43.7
				Conifer	20.9	20.1	56.3
				Total	20.8	17.7	100
Yeongju (YJ)	27	Northwest	347	BT	19.6	12.6	100
				Conifer	-	-	-
				Total	19.6	21.6	100
Sancheong (SC)	9	Southeast	406	BT	14.0	14.7	27.3
				Conifer	35.0	20.3	72.7
				Total	29.3	18.7	100
Geochang (GC)	24	Northeast	621	BT	20.7	17.3	23.1
				Conifer	25.8	21.8	76.9
				Total	24.6	20.8	100
Hamyang (HY)	10	Northwest	767	BT	28.7	16.3	33.3
				Conifer	27.7	21.5	66.7
				Total	28.0	19.8	100

<sup>z</sup>ASL: Above sea level; <sup>y</sup>DBH: Diameter at breast height; <sup>x</sup>TH: Tree height; <sup>w</sup>BT: Broad-leaved tree.

886 m로 확인되었다(Table 1). 임상의 경우는 영월 재배지는 침엽림이었고, 영주 재배지는 활엽림이었으며, 이외의 재배지는 침활혼효림으로 나타났다. 전체 재배지의 평균 흉고직경은 23.5 cm이고 함양 재배지의 평균 흉고직경이 28.0 cm로 가장 컸고, 수고는 전체 재배지의 평균 수고는 17.7 m에 문경 재배지의 평균 수고가 21.7 m로 가장 높았다. 산양삼 재배지의 토양 이화학적 성을 조사한 결과, 모든 재배지의 토성은 양질사토이고, pH는 3.84~5.20으로 산성 또는 약산성토양으로 나타났다(Table 2). 유기물 함량은 4.2~21.4%였고, 유효인산은 41.9~292.1 mg/kg, 전질소 함량은 0.12~0.69%, potassium (K)는 0.06~0.54 cmol<sup>+</sup>/kg, calcium (Ca)는 0.9~12.0 cmol<sup>+</sup>/kg, magnesium (Mg)는 0.17~5.57 cmol<sup>+</sup>/kg, sodium (Na)는 0.04~0.08 cmol<sup>+</sup>/kg, 양이온치환용량은 14.4~35.9 cmol<sup>+</sup>/kg로 나타났다. 임업진흥원에서 조사한 전국 산양삼 재배지의 입지특성을 살펴보면, 사면의 방향은 북사면과 북동사면이 주를 이루고 있고 경사도는 9~29°, 임상은 조사지별로 다양하게 나타났으며 평균 흉고직경은 19.5 cm, 수고는 15.6 m로 나타났다(KOFFPI, 2013). 전국 산양삼 재배지의 토양특성은 pH 4.0~6.0, 전질소 0.15~0.8%, 유기물 2.0~7.0%, K 0.3~0.7 cmol<sup>+</sup>/kg, Ca 1.2~4.1 cmol<sup>+</sup>/kg, Mg 1.0~1.5 cmol<sup>+</sup>/kg으로 조사되었다. Lee (2010)의 연구에서는 일반적으로 산양삼 재배는 일조조건에 따라 북향 또는 동북향이 좋고, 사면경사는 5~15°가 적당하며, 토양은 배수가 양호한 사양토와 양토가 적당하고 하였다. 이와 같은 자료를 바탕으로 본 연구에서 선정된 9개의 산양삼 재배지는 전국 산양삼 재배지의 입

지특성과 매우 유사한 것으로 확인되었다.

### 재배지별 산양삼 생육특성

9지역의 재배지로부터 채취한 13년생 산양삼의 생육특성을 분석한 결과, 뇌두길이를 제외한 모든 산양삼 생육특성에서 재배지간의 유의적인 차이가 있음을 확인하였다(Table 3). 거창 재배지에서 산양삼의 지하부 생중량(10.9 g,  $P \leq 0.0002$ ), 주근 길이(33.2 cm,  $P \leq 0.0003$ ), 단면적(556.1 cm<sup>2</sup>,  $P < 0.0001$ ), 표면적(1747.0 cm<sup>2</sup>,  $P < 0.0001$ ), 부피(126.0 cm<sup>3</sup>,  $P \leq 0.0003$ )가 다른 재배지의 산양삼에 비해 유의적으로 가장 높았고, 주근직경(15.3 mm,  $P \leq 0.0002$ )은 함양 재배지에서 재배한 산양삼이 유의적으로 높은 것을 확인하였다.

### 산양삼의 생육특성과 임상 간의 상관관계 분석

Spearman's rank 상관관계 분석을 이용하여 산양삼 재배지의 생육특성과 임상 간의 상관관계를 분석한 결과, 전체 평균수고, 활엽수와 침엽수의 비율에서 산양삼의 생육특성과 유의적인 상관관계를 확인하였다(Table 4). 산양삼의 부피는 재배지 수종의 평균수고( $R=0.667$ ,  $P \leq 0.050$ )와 유의적인 정의 상관관계를 보였다. 재배지 수종과 산양삼 생육특성 간의 상관관계를 분석한 결과 침·활엽수의 비율에 따라 대조적인 상관관계를 확인하였다. 산양삼의 지하부 생중량( $P \leq 0.050$ ), 단면적과 표면적( $P \leq 0.042$ ), 부피( $P \leq 0.01$ )가 활엽수림에서는 유의적인 부의 상관관계, 침엽수림에서는 유의적인 정의 상관관계를 보

Table 2. Soil chemical properties of wild-simulated ginseng cultivation area

Cultivation area	Soil type	pH (1:5)	EC <sup>z</sup> dS/m	OM <sup>y</sup> %	Avai. P <sup>x</sup> mg/kg	TN <sup>w</sup> %	Exchangeable cations				CEC <sup>v</sup>
							K	Ca	Mg	Na	
PC	Loamy sand	4.59	0.09	21.4	233.2	0.69	0.34	12.0	1.18	0.06	31.4
YW	Loamy sand	5.02	0.11	6.1	57.4	0.20	0.19	3.4	5.57	0.05	16.6
DY	Loamy sand	5.20	0.26	7.9	41.9	0.28	0.54	11.5	1.79	0.04	17.3
MG	Loamy sand	4.39	0.17	11.4	219.4	0.41	0.15	3.4	0.34	0.05	23.6
MJ	Loamy sand	4.61	0.08	8.7	169.7	0.30	0.20	3.6	0.54	0.05	19.8
YJ	Loamy sand	4.40	0.12	5.1	752.7	0.16	0.26	1.6	0.32	0.04	14.9
SC	Loamy sand	4.31	0.15	5.9	158.4	0.18	0.14	0.9	0.40	0.08	15.6
GC	Loamy sand	4.54	0.07	4.2	150.1	0.12	0.06	1.0	0.17	0.07	14.4
HY	Loamy sand	3.84	0.28	13.7	292.1	0.63	0.18	2.6	0.47	0.04	35.9

<sup>z</sup>EC: Electric conductivity; <sup>y</sup>OM: Organic matter; <sup>x</sup>Avai. P: Available phosphate; <sup>w</sup>TN: Total nitrogen; <sup>v</sup>CEC: Cation exchange capacity.

Table 3. Growth characteristics of wild-simulated ginseng in 9 different cultivation area

Cultivation area	Growth characteristics						
	Fresh weight of root	Root length	Root diameter	Rhizome length	Cross-section area	Surface area	Volume
	(g)	(cm)	(mm)	(mm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>3</sup> )
PC	4.73±0.66 bc <sup>z</sup>	22.7±2.65 bc <sup>z</sup>	11.2±0.54 abc <sup>z</sup>	25.8±4.97 a <sup>z</sup>	226.4±28.7 bc <sup>z</sup>	711.2±90.2 bc <sup>z</sup>	57.9±6.53 bc <sup>z</sup>
YW	6.35±1.13 ab	26.3±1.90 abc	14.0±0.66 ab	27.8±3.81 a	357.8±60.9 abc	1124.1±191.3 abc	96.2±11.3 abc
DY	2.59±0.47 c	24.6±2.15 abc	9.47±0.95 c	26.3±2.81 a	156.1±20.7 c	490.5±65.0 c	41.5±5.32 c
MG	6.32±1.24 abc	25.9±1.64 abc	13.5±0.92 abc	21.7±3.38 a	299.5±72.6 abc	941.0±228.3 abc	76.2±17.5 abc
MJ	4.19±0.85 bc	28.0±3.05 abc	10.5±0.65 bc	33.0±5.29 a	270.1±51.4 bc	848.6±161.6 bc	61.1±8.93 bc
YJ	5.20±0.61 bc	19.6±1.12 c	12.1±0.77 abc	22.0±2.56 a	160.4±20.2 c	504.0±63.6 c	44.1±4.70 c
SC	5.67±1.16 abc	19.3±1.93 c	10.0±1.02 bc	27.5±2.16 a	187.4±28.6 bc	588.7±90.0 bc	65.3±8.43 abc
GC	10.9±1.85 a	33.2±1.97 a	13.8±0.86 ab	29.3±3.45 a	556.1±94.1 a	1747.0±295.7 a	126.0±24.9 a
HY	9.45±1.90 ab	31.3±2.13 ab	15.3±1.30 a	31.4±2.45 a	432.6±73.7 ab	1359.1±231.6 ab	117.0±18.7 ab
P value	0.0002***	0.0003***	0.0002***	0.3611	<0.0001***	<0.0001***	0.0003***
MSD <sup>y</sup>	5.587	9.911	4.101	16.716	26.195	822.93	63.135

<sup>z</sup>Value in each column are the means of five replication ± S.E. with different letters are statistically significant; <sup>y</sup>The minimum significant difference (MSD) was used for mean separation at 0.05. Significance are demonstrated as: *P*<0.05 (\*), *P*<0.01 (\*\*), and *P*<0.001(\*\*\*).

Table 4. Correlation between forest physiognomy and growth of wild-simulated ginseng using Spearman's rank correlation analysis

Growth characteristics	Forest physiognomy									
	Total		Broad-leaved tree			Conifer			Above sea level	Slope
	TH <sup>z</sup>	DBH <sup>y</sup>	TH	DBH	%	TH	DBH	%		
Fresh weight of root	0.467 <sup>x</sup> (0.205)	0.633 (0.067)	0.350 (0.356)	0.383 (0.308)	<b>-0.667*</b> ( <b>0.050</b> )	0.267 (0.488)	0.133 (0.732)	<b>0.667*</b> ( <b>0.050</b> )	0.233 (0.546)	-0.318 (0.404)
Root length	0.467 (0.205)	0.083 (0.831)	0.583 (0.099)	0.450 (0.224)	-0.517 (0.154)	-0.167 (0.668)	0.317 (0.406)	0.517 (0.154)	0.533 (0.139)	-0.050 (0.898)
Root diameter	0.200 (0.606)	0.350 (0.356)	0.433 (0.244)	0.267 (0.488)	-0.433 (0.244)	0.067 (0.865)	-0.083 (0.831)	0.433 (0.244)	0.383 (0.308)	-0.075 (0.847)
Rhizome length	0.167 (0.668)	0.117 (0.765)	0.150 (0.700)	0.017 (0.966)	-0.617 (0.077)	-0.200 (0.606)	-0.050 (0.898)	0.617 (0.077)	0.500 (0.170)	-0.218 (0.574)
Cross-section & surface area	0.533 (0.139)	0.500 (0.170)	0.533 (0.139)	0.533 (0.139)	<b>-0.683*</b> ( <b>0.042</b> )	0.217 (0.576)	0.183 (0.637)	<b>0.683*</b> ( <b>0.042</b> )	0.600 (0.088)	-0.285 (0.458)
Volume	0.600 (0.088)	<b>0.667*</b> ( <b>0.050</b> )	0.417 (0.265)	0.483 (0.187)	<b>-0.800**</b> ( <b>0.010</b> )	0.300 (0.433)	0.233 (0.546)	<b>0.800**</b> ( <b>0.010</b> )	0.433 (0.244)	-0.418 (0.262)

<sup>z</sup>TH: Tree height; <sup>y</sup>DBH: Diameter at breast height; <sup>x</sup>Spearman's rho values (R) written are significantly correlated between the variables compared. Negative values denote negative correlation and positive values denote positive correlation. Values in brackets means P value (\*\*\**P*≤0.001, \*\**P*≤0.01, \**P*≤0.05).

였다. 해발고도는 산양삼의 생육특성과 정의 상관관계를 보였고, 사면경사는 부의 상관관계를 보였으나 유의적인 상관관계는 확인되지 않았다. 이러한 결과는 산양삼을 재배하는데 있어

재배지 수종의 평균수고가 높고, 활엽수보다는 침엽수의 비율이 높으며, 해발고도가 높고 사면경사가 낮을수록 산양삼의 생육이 증가한다고 할 수 있다. 그러나 침엽수의 비율이 100%로

확인된 영월 재배지의 산양삼 생육특성이 다른 지역에 비해 유의적으로 높지 않은 것으로 보아 침활효림 중에서 침엽수의 비율이 높은 재배지가 산양삼의 생육에 적합하다는 것으로 판단된다. 실제로 9개의 산양삼 재배지 중 생육특성이 유의적으로 높았던 거창과 함양 재배지는 침엽수의 비율이 높은 침활효림이었고, 다른 재배지에 비해 평균수고와 해발고도가 높은 것으로 확인되었다. 한국임업진흥원에서 발간한 [산양삼과 재배 환경]에서는 산양삼 재배지의 해발고도가 300 m 이상, 수고는 10 m 이상, 흉고는 15 cm 이상이 재배적지라고 보고하였다. Jeon *et al.* (2018)이 보고한 [산양삼 표준재배지침]에서도 해발고도는 기후가 서늘하고 통풍이 잘되는 고지대가 산양삼 재배에 적합하고, 임상은 상층목의 흉고직경은 15 cm 이상, 수고는 10 m 이상이며, 침엽수림, 활엽수림, 혼효림의 모든 임상에서 가능하나 그 중 침활효림이 재배적지라 하였다. 인삼의 산지재배에 대한 선행연구에서도 본 연구와 유사한 결과를 확인할 수 있었다. Nam *et al.* (1980)은 묘삼의 임상별 이식재배 시 침엽수림에서 출현율이 가장 좋았고, 조기낙엽율도 침엽수림에서 가장 낮았다고 보고하였다. Lim *et al.* (2003)은 임간재배 인삼의 재배유형별 생육을 조사한 결과, 인삼의 생존율은 침엽수림에서 활엽수림에 비해 높았고, 지상 및 지하부 생육은 임상별 유의적

인 차이는 없었지만 활엽수림에서 생육이 좋지 않았다고 보고 하였다.

### 산양삼의 생육특성과 토양 이화학적 성 간의 상관관계

Spearman's 상관관계 분석을 통해 산양삼 생육특성과 토양 이화학적 성 간의 상관관계를 분석한 결과, pH, K, Ca, Mg은 산양삼의 지하부 생중량과 면적, 부피에 대해 유의적인 부의 상관관계를 가지는 것으로 확인되었다(Table 5). 이러한 결과는 재배지 내 토양의 pH, K, Ca, Mg 함량이 낮을수록 산양삼의 지하부 생중량, 면적, 부피가 증가하는 것을 의미한다. 우리나라 산림 토양의 pH는 5.48로 비교적 낮은 편이고(Kwon *et al.*, 2011), 산양삼 재배에 적합한 토양 산도는 pH 5.5. 내외의 토양으로 알려져 있다(Jeon *et al.*, 2018). 산양삼 재배적지의 토양이화학적 성에 대한 기준은 아직까지 미비한 실정이지만 농촌진흥청에서 발간한 [인삼 예정관리지 표준지침]에서는 인삼 재배적지의 토양 이화학적 특성은 pH 5.0~6.0, 유기물 10~20 g/kg, 유효인산 100~250 mg/kg, K 0.3~0.7 cmol<sup>+</sup>/kg, Ca 3.0~5.0 cmol<sup>+</sup>/kg, Mg 1.0~2.0 cmol<sup>+</sup>/kg으로 기준을 선정하고 있다(NIHHS, 2009). 본 연구에서 확인한 재배지들의 평균 pH는 4.56으로 낮은 pH에서도 산양삼의 재배가 가능한 것으로 판단되고, 유효인산

Table 5. Correlation between soil chemical properties and growth of wild-simulated ginseng using Spearman's rank correlation analysis

Growth characteristics	Soil chemical properties									
	pH	EC <sup>z</sup>	OM <sup>y</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>x</sup>	TN <sup>w</sup>	K	Ca	Mg	Na	CEC <sup>v</sup>
Fresh weight of root	<b>-0.548*<sup>u</sup></b> (0.028)	-0.095 (0.726)	-0.262 (0.327)	0.190 (0.480)	-0.262 (0.327)	<b>-0.762***</b> (0.001)	<b>-0.667**</b> (0.005)	<b>-0.500*</b> (0.049)	0.196 (0.466)	-0.167 (0.537)
Root length	-0.095 (0.726)	-0.238 (0.375)	-0.143 (0.598)	0.071 (0.793)	-0.143 (0.598)	-0.310 (0.243)	-0.238 (0.375)	-0.286 (0.283)	-0.270 (0.312)	-0.024 (0.930)
Root diameter	-0.381 (0.145)	0.024 (0.930)	-0.143 (0.598)	0.381 (0.145)	-0.143 (0.598)	-0.381 (0.145)	-0.286 (0.283)	-0.143 (0.598)	-0.160 (0.555)	0.238 (0.375)
Rhizome length	-0.071 (0.793)	-0.262 (0.327)	-0.238 (0.375)	0.024 (0.930)	-0.238 (0.375)	-0.143 (0.598)	-0.262 (0.327)	-0.024 (0.930)	-0.123 (0.651)	-0.119 (0.661)
Cross-section & surface area	-0.357 (0.174)	-0.238 (0.375)	-0.119 (0.661)	0.238 (0.375)	-0.119 (0.661)	<b>-0.571*</b> (0.021)	-0.429 (0.098)	-0.405 (0.120)	0.000 (1.000)	-0.024 (0.930)
Volume	<b>-0.524*</b> (0.037)	-0.119 (0.661)	-0.333 (0.207)	0.143 (0.598)	-0.333 (0.207)	<b>-0.786***</b> (0.000)	<b>-0.714**</b> (0.002)	<b>-0.524*</b> (0.037)	0.147 (0.586)	-0.214 (0.425)

<sup>z</sup>EC: Electric conductivity, <sup>y</sup>OM: Organic matter, <sup>x</sup>Avai, P: Available phosphate, <sup>w</sup>TN: Total nitrogen, <sup>v</sup>CEC: Cation exchange capacity; <sup>u</sup>Spearman's rho values (R) written are significantly correlated between the variables compared. Negative values denote negative correlation and positive values denote positive correlation. Values in brackets means P value (\*\*\*P ≤ 0.001, \*\*P ≤ 0.01, \*P ≤ 0.05).

(165.3 mg/kg), K (0.2 cmol<sup>+</sup>/kg), Ca (4.8 cmol<sup>+</sup>/kg), Mg (1.3 cmol<sup>+</sup>/kg)은 우리나라 일반적인 산양삼 재배지와 유사한 토양 특성을 가지는 것으로 나타났다. Chung and Choi (2003)는 인삼재배에 있어 토양성분이 부족한 것 보다는 특정성분이 과다하여 생리장애가 발생하는 경우가 많다고 하였고, Hyun *et al.*, (2009)도 K, Ca, Mg의 함량이 높은 재배지는 인삼의 생육과정에 있어서 생리장애가 복합적으로 나타나는 현상으로 보인다고 보고하였다. 비료학 관점에서 K의 과잉은 Ca와 Mg의 길항관계로 이들의 흡수를 억제하여 결핍을 유발할 수 있고, 토양 내 Ca이 과다하면 토양의 알칼리화와 더불어 인산과 미량원소의 유효도가 낮아져 결핍을 유발할 수 있다(Lim, 2005). 이와 같은 결과는 본 연구에서 산양삼의 생육과 K, Ca, Mg 함량과의 부의 상관관계에 대한 연구결과를 뒷받침 한다.

## 적 요

본 연구는 고품질 산양삼 생산을 위한 표준재배기술 개발을 위해 산양삼의 생육특성과 재배지의 입지환경 간의 상관관계를 구명하고자 하였다. 전국 9지역의 산양삼 재배지를 선정하여 13년생 산양삼의 생육특성을 조사하고, 각 재배지의 임상 및 토양 이화학성을 분석하여 입지환경과 산양삼 생육특성과의 상관관계를 확인하였다. 총 9개의 재배지 중에서 산양삼의 생육특성은 거창과 함양 재배지에서 다른 재배지에 비해 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 임상과의 상관관계를 확인한 결과, 산양삼의 부피는 재배지 임상의 흉고직경과 유의적인 정의 상관관계를 보였고, 활엽수의 비율과 유의적인 부의 상관관계, 침엽수의 비율과는 유의적인 정의 상관관계를 보였다. 침엽수의 비율이 100%로 확인된 영월 재배지의 산양삼 생육특성이 다른 재배지에 비해 유의적으로 높지 않은 것으로 확인되어, 이러한 결과는 침활혼효림에서 침엽수의 비율과 상관관계가 있는 것으로 판단된다. 토양 특성과의 상관관계 분석에서는 재배지 토양의 pH, K, Ca, Mg과 생육특성 간의 유의적인 부의 상관관계를 확인할 수 있었다. 이와 같이 산양삼의 생육특성과 입지환경 간의 상관관계를 분석한 결과, 산양삼의 생육은 재배지 임상의 흉고직경이 크고, 침활혼효림에서 침엽수의 비율이 높으며, 토양의 pH, K, Ca, Mg 함량이 높지 않은 재배지에서 적합하다는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구의 결과를 통해 산양삼 재배에 적합한 재배지의 입지환경 조건을 확인할 수 있었고, 산양삼은 7~20년 동안 무농약, 무비료의 청정환경에서 생산하는 것이 원칙이기 때문에 본 연구의 결과를 활용하여 향후 산양삼의 예상재배지

를 선정하는데 있어 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

## 사 사

본 연구는 국립산림과학원 일반연구사업 “고품질 산양삼 생산을 위한 친환경 재배기술 개발(Project No. FP0802-2017-01)과 임업·산림분야 기후변화 영향·취약성 평가 및 적응 연구(Project No. FE0100-2018-05)”의 지원에 의해 수행된 결과로서 이에 감사드립니다.

## References

- Chung, H.D. and Y. Choi. 2003. Ultrastructural changes in leaves of Chinese cabbage (*Brassica campestris* sp. *Pekinensis*) and radical tissues of radish (*Raphanus sativus*) grown in high soil EC. *Horti. Environ. Biotech.* 44:582-587.
- Han, H., S.M. Seo, H.M. Shu, D.S. Lee and J.S. Chung. 2011. Analyzing the environment of cultivation sites of mountain ginseng in Gyeongbuk Province using a discriminant function. *Korean Forest Science Academic Conference.* pp. 472-475.
- Hyeon, G.S., S.M. Kim, K.C. Song, B.Y. Yeon and D.Y. Hyun. 2009. Establishment of the suitability class in ginseng cultivated lands. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 42(6):430-438.
- Hyun, D.Y., B.Y. Yeon, S.W. Lee, S.W. Kang, G.S. Hyeon, Y.C. Kim, K.W. Lee and S.M. Kim. 2009. Analysis of occurrence type of physiological disorder to soil chemical components in ginseng cultivated field. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 17(6):439-444.
- Jeon, K.S., Y.R. Um, C.R. Jung, H.W. Park and M.J. Kim. 2018. *Standard Cultivation Manual of Wild-simulated Ginseng.* National Institute of Forest Science, Seoul, Korea.
- Kim, K.Y., D.H. Jeong, H.J. Kim, K.S. Jeon, M.J. Kim and Y.R. Um. 2019. A study on growth characteristics of wild-simulated ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) by direct seeding and transplanting. *Korean J. Plant Res.* 32(2):160-169.
- Korea Forest Service (KFS). 2019. *The Industry Development Countermeasure of Wild-simulated Ginseng.* Korea Forest Service. Daejeon, Korean. p. 4.
- Korea Forestry Promotion Institute (KOFPI). 2013. *The Cultivation of Wild-simulated Ginseng: In Wild-simulated Ginseng and Cultural Environments.* Korea Forestry Promotion Institute. Seoul, Korea. pp. 14-34.
- Korea Seed and Variety Service (KSVS). 2014. *Know-how of*

- Characteristics Investigation of The Crops: Ginseng (*Panax ginseng* Meyer), Korea Seed and Variety Service. Gimcheon, Korea.
- Kwon, S.D., J.H. Kang, J.H. Yoon and H.S. Moon. 2011. An analysis on site, soil and cultivation characteristics of Korean mountain cultivated ginseng (*Panax ginseng*) field. Journal of Agricultural & Life Science 45(6):81-88.
- Lee, D.S. 2010. Weather characteristic and growth of a forest ginseng cultivation site. J. Korean Soc. For. Sci. 99(6): 863-870.
- Lee, H.S., J.S. Lee, C.H. An and J.H. Lee. 2015. Analysis of research on non-timber forest plants - Based on the articles published in the Journal of Korean Forest Society from 1962 to 2013. Jour. Korean For. Soc. 104(3):337-351.
- Lim, J.R., J.Y. Kim, C.B. Park, B.K. Choo, D.H. Kim, Y.G. Choi and C.Y. Hwang. 2003. Growth of *Panax ginseng* C.A. Meyer underwood in direct sowing and transplanting. Korean J. Medicinal Crop Sci. 11(3):216-223.
- Lim, S.J., K.S. Lee, H.R. Jung, Y.G. Kim, M.S. Song and J.Y. Cho. 2010. Soil and environmental characteristics of *Schizandra chinensis* Baillon habitat located in Jangsu-gun, Jeollabuk-do. Korean J. Soil Sci. Fert. 43(6):771-775.
- Lim, S.U. 2005. Plant Growth and Nutrients: *In* Fertilizer. Ilsin. Seoul, Korea. p. 38-45.
- Nam, K.Y., S.Y. Son and H.W. Bae. 1980. Effect of cultivation under forest on the growth and quality of ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer). Korean J. Ginseng Sci. 4(1):15-30. National Institute of Horticultural and Herbal Science (NIHHS).
2009. Standard Manual for Management of Ginseng Planting Sites. National Institute of Horticultural and Herbal Science. Suwon, Korea. pp. 31-37.
- Park, Y.M., D.H. Jeong, S.J. Sim, N.Y. Kim, H.W. Park and K.S. Jeon. 2019. The characteristics of growth and active compound of *Angelica gigas* Nakai population in Mt. Jeombong. Korean J. Plant Res. 32(1):9-18.
- Rural Development Administration (RDA). 2013. Analysis Manual of Comprehensive Examination Laboratory (Soil, Plant, Water and Liquid manure). Rural Development Administration. Suwon, Korea. pp. 31-53.
- Wisam, A.R.A., A.A. Fadhal, H.K. Jamal and H.H. Wurood. 2018. Study physiology of roots growth for soybean by WinRhizo pro software with Vam3 genes. Food and Agricultural Science. 1-22.
- Won, H.K, J.H. Jeong, K.S. Koo, M.H. Song and M.Y. Shin. 2005. Estimation of forest site productivity by regional environment and forest soil factors. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology. 7(2):132-140.
- Yoon, Y.S., K.A. Kim and K.O. Yoo. 2015. Environmental characteristics of *Astilboides tabularis* (Hemsl.) Engl. habitats. Korean J. Plant Res. 28(1):64-78.

(Received 12 June 2019 ; Revised 9 August 2019 ; Accepted 14 August 2019)