

RAPD 방법을 이용한 국내 수집 인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)의 다양성 분석

서상덕* · 육진아** · 차선경** · 김현호*** · 성봉재*** · 김선익*** · 최재을**†

*충남농업기술원, **충남대학교 농업생명과학대학, ***금산농업기술센터

Analysis of Diversity of *Panax ginseng* Collected in Korea by RAPD Technique

Sang Deog Seo*, Jin Ah Yuk**, Sun Kyung Cha**, Hyun Ho Kim***, Bong Jae Seong***, Sun Ick Kim***, and Jae Eul Choi**†

*Chungnam Agricultural Research & Extension Services, Yesan 340-861, Korea.

**College of Agric. & Life Sci., Chungnam Natl. Univ., Daejeon 305-764, Korea.

***Gumsan Agricultural Development & Technology Center, Gumsan 580-6, Korea.

ABSTRACT : Genetic differences among nine land races of Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) were examined using RAPD markers. Land races of Korean ginseng were collected from nine regions in Korea: Cheongwon, Guesan, Geumsan, Namwon, Pochun, Yangju, Yeoncheon, Yeongju. Out of 48 RAPD primers tested, 5 primers (OPA 7, OPA 13, URP 2, URP 3 and UBC 3) produced remarkable bands which showing polymorphisms among evaluated collections. Lower levels of genetic diversity were in detected same land races than among other land races. Genetic differences within and among land races indicate heterogeneity. These results indicate that cultivated ginseng in Korea is heterogeneous. Genetic similarity matrices of RAPD profiles were generated via coefficients of variation and the data were processed by the cluster analysis (UPGMA). When 90 collections were evaluated using selected 5 primers, those were clustered to 5 and 3 subgroups. These differences in genetic variation between land races of Korean ginseng implied the potential source for further breeding of Korean ginseng.

Key words : *Panax ginseng*, RAPD markers, genetic differences, genetic variation

서 언

고려인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 다년생의 반음지성 속근초로서 우리나라를 대표하는 약용 작물이다. 그러나 우리나라에서 재배되고 있는 재래종 인삼은 줄기와 잎자루가 자색이고 열매가 붉은 자경종으로 줄기의 색과 개화기가 다양한 유전적 조성을 가진 혼계집단으로 구성되어 있다. 국내의 인삼 품종육성은 혼계인 재래종에서

순계 선발하여 천풍 (Kwon *et al.*, 1998), 연풍 (Kwon *et al.*, 2000) 등을 육성하였으며 일부의 농가에서 홍삼제조용으로 재배되고 있다. 인삼은 다년생 작물이고 형태가 단순하여 변이의 창출이나 선발이 어렵기 때문에 인삼육종은 순계분리법이 주축이 될 것이다. 순계육종법의 효율을 증진하기 위해서는 다양한 유전자원의 확보가 필수 요건이다. 묘삼의 생산이 전문화됨에 따라 특징의 유전자원이 대면적에 재배될 수 있기 때문에 지역에 산재한 유전자원

† Corresponding author: (Phone)+82-42-821-5729, (E-mail) choije@cnu.ac.kr

Received September 25, 2003 / Accepted November 14, 2003

이 소실될 우려가 있음에도 불구하고 유전자원의 수집이나 평가가 거의 이루어지지 않고 있어 이에 대한 대책이 시급한 실정이다. 그러므로 분자생물학적인 기법을 이용하여 인삼 재래종간의 유연관계를 구명하고 분류체계를 확립한다면 인삼의 유전자원의 확충과 이용률을 극대화할 수 있을 것이다.

최근 다양한 분자생물학적 방법이 품종육성과정에서 활용되고 있는데 그 중에서 RAPD는 재현성에 문제가 있음에도 DNA polymorphism의 구분이 용이하고 실험이 간편하며 단 시간 안에 대집단의 검정이 가능한 특징이 있다. 따라서 작물의 분류 (Devos *et al.*, 1992), hybrid의 순도검정 (Crockett *et al.*, 2002; Toshiharu, 1993), 외래유전자 도입 확인 (Yu & Nguyen, 1994; Ahn *et al.*, 2001), 양적 유전형질 분석 (Michelmores *et al.*, 1991; Kim *et al.*, 1997), 유용 유전형질을 탐지할 수 있는 표지인자 개발 (Heer *et al.*, 1998; Rowland *et al.*, 1994; Song *et al.*, 2001), 유전자 연관지도 작성 (Oelzel *et al.*, 1992; Mukai *et al.*, 1995), 유연 관계 비교 및 감별 (Kim *et al.*, 2000; Lim *et al.*, 2000; Lee *et al.*, 2001; Yang *et al.*, 2001; Heo *et al.*, 1998; Tochida-Komatsu *et al.*, 2001), 품종 감별 (Koller *et al.*, 1993; Yang & Quiros, 1993) 등에 이용되고 있다.

인삼에서는 유연관계 또는 유전적 다양성 분석 (Bai *et al.*, 1997; Boehm *et al.*, 1999; Kim *et al.*, 2003), 품종 구분 (Lim *et al.*, 1993; Boehm *et al.*, 1999), 제품구분 (Mihalov *et al.*, 2000) 등에 이용하였다. Kim *et al.* (2003)은 RAPD 분석으로 인삼육성계통의 유전적 고정 유무를 조기에 검정할 수 있으므로 인삼의 육종법에 이용가능성을 제시하였다. 본 연구는 우리나라 주요 인삼재배단지인 9개 지역의 재래종으로부터 각각 10개체를 선발하여 재래종 내 개체간의 유전적 변이와 재래종간의 유연관계를 RAPD로 분석하였다.

재료 및 방법

1. 시험 재료

본 실험에서 사용된 재래종 인삼은 전국 인삼 주산지인 경기도 양주군, 포천군, 연천군, 경상북도 영주시, 전라북도 남원시, 충청남도 서산시, 금산군, 충청북도 청원군, 괴산군에서 재배되는 재래종 인삼을 수집하여 금산군농업기술센터 시험포장에서 재배하면서 각각 10개체씩 선발한 것을 채집하여 사용하였다.

2. DNA의 분리

-80℃의 초저온 냉동고에 저장중인 인삼의 잎을 김 등

(2003)의 방법으로 DNA를 분리하고 TE (100 mM Tris, 1 mM EDTA, pH 8.0) buffer로 녹여 사용하였다. DNA 추출상태는 1.2% agarose gel에서 전기영동 하여 UV (260 nm) 하에서 관찰하였고, DNA의 양은 Lamda (λ) DNA를 일련의 농도로 배열하여 ethidium-bromide (EtBr)로 직접 염색하여 측정하였다.

3. DNA의 PCR조건

DNA증폭은 Kim *et al.* (2003)의 방법으로 실시하였으며, 증폭된 DNA는 1.2% agarose gel에서 전기영동 한 후 ethidium bromide (EtBr)로 염색하여 UV하에서 band의 차이를 관찰하고 사진을 촬영하였다.

4. Primer

Primer는 20-mer인 URP 12종과 10-mer인 OPA 20종, OPD, OPM 각각 1종, UBC 14종을 사용하였다.

5. DNA band 양상 분석

증폭된 DNA band의 유무에 따라서 1, 0으로 표시하여 NTSYS (Numerical taxonomy system)-PC program을 사용 유사성에 따른 UPGMA (Unweighted pair group method with arithmetic mean) clustering (Sneath & Sokal, 1973)으로 분류하고 dendrogram을 작성하였다.

결과 및 고찰

1. Primer 선발

우리 나라 주요 인삼재배 지역으로부터 9개 재래종 90개 식물체의 잎에서 추출된 DNA를 48개의 primer를 사용하여 증폭시킨 결과 재현성이 우수하고 선명도가 높으며, 각 식물체간에 다른 band 양상을 나타내는 OPA 7, OPA 13, URP 2, URP 3, UBC 3을 선발하였다 (Table 1).

Table 1. Selected random primers, which produced polymorphic DNA bands from Korean ginseng collected in Korea.

Primer No.	Nucleotide sequence
URP 2	5' - CCCAGCAACTGATCGCACAC - 3'
URP 3	5' - GTGTGCGATCAGTTGCTGGG - 3'
OPA 7	5' - GAAACGGGTC - 3'
OPA 13	5' - CAGCACCCAC - 3'
UBC 3	5' - CCTGGGCTTA - 3'

2. 국내 재래종 인삼의 RAPD 다형성

선발된 5개의 primer와 90개체의 시료에 의해 증폭된

총 band의 수는 34개 (평균 6.8개)이었으며, 이 band들은 모두 polymorphic band로 확인되었다 (Table 2). 증폭된 band의 크기는 300-2250bp 사이의 범위에서 나타났으며, 재래종 내 개체간에도 동일한 band 또는 서로 다른 band 양상을 보였다 (Fig. 1, Table 2). 이러한 결과는 재래종 내 개체간의 유전적 동일성 또는 유전적 다양성을 파악할 수 있었다. PCR은 종내 개체의 유전적 유사성을 밝힐 수 있는 방법으로 종내 분류 군들의 파악하는데 유용한 방법으로 알려져 있다 (Nybom, 1993).

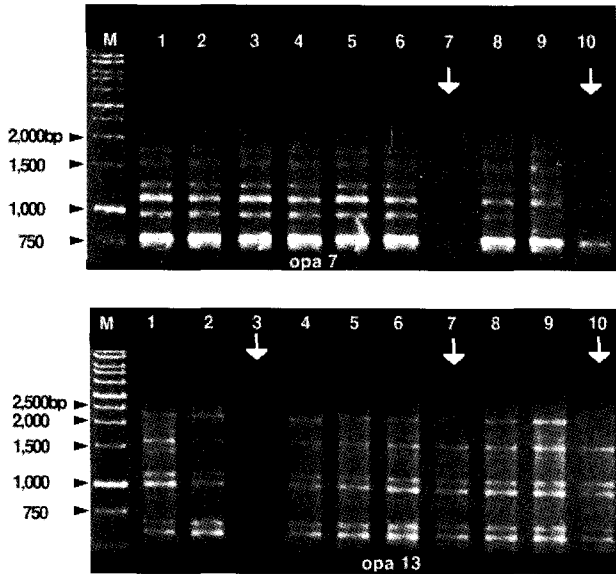


Fig. 1. RAPD profiles obtained from leaves of 10 individual plants collected from Geumsan (A, OPA 7; B, URP 13). Lane M, molecular marker (1 Kb ladder); 1~10, individual plants.

Primer OPA 7은 금산 재래종 1개체를 제외한 89개체에서는 1개 이상의 band가 증폭되었으며, 남원, 청원, 금산, 괴산, 서산, 양주, 영주 재래종은 유전적 다양성이 나타났으나 포천과 연천 재래종은 10개체 모두 동일한 band가 증폭되어 유전적 다양성이 나타나지 않았다. 그러나 재래종 집단 간에는 유전적 다양성이 나타났다. Primer OPA 13은 양주 재래종 4개체, 괴산 재래종 2개체, 금산 재래종 1개체를 제외한 83개체에서는 1개 이상의 band가 증폭되었으며, 남원, 청원, 금산, 괴산, 서산, 양주 재래종에서는 유전적 다양성이 나타났으나 연천, 포천, 서산 재래종에서는 유전적 다양성이 나타나지 않았다. 그러나 재래종 집단 간에서는 유전적 다양성이 나타났다. Primer UPR 2는 양주 재래종 5개체, 서산 재래종 2개체, 청원 재래종 10개체, 금산 재래종 2개체를 제외한 71개체에서는 1개 이상의 band가 증폭되었으며, 남원, 금산, 괴산, 서산, 양주, 연천,

포천 재래종에서 유전적 다양성이 나타났으나 청원, 영주 재래종에서는 유전적 다양성이 나타나지 않았다. 그러나 재래종 집단 간에서는 유전적 다양성이 나타났다.

Primer URP 3은 금산 재래종 10개체, 연천 재래종 1개체, 청원 재래종 1개체를 제외한 78개체에서는 1개 이상의 band가 증폭되었으며, 금산, 괴산, 서산, 양주, 연천 재래종에서 유전적 다양성이 나타났으나 남원, 청원, 포천, 영주 재래종 내에서는 유전적 다양성이 나타나지 않았다. 남원, 청원, 연천, 금산, 양주, 영주 재래종은 집단 간에 유전적 다양성이 나타났으나 괴산, 포천, 서산 재래종 30개체 모두 동일한 band만 증폭하여 집단 간에도 유전적 다양성이 나타나지 않았다. Primer UBC 3은 남원 재래종 10개체, 금산 재래종 2개체, 양주 재래종 10개체, 양주 재래종 5개체, 포천 재래종 10개체를 제외한 53개체에서는 1개 이상의 band가 증폭되었으며, 금산, 연천, 양주 재래종에서는 유전적 다양성이 나타났으나, 남원, 청원, 괴산, 영주, 포천, 서산 재래종에서는 유전적 다양성이 나타나지 않았다. 또한 동일한 band만 증폭된 청원 재래종과 괴산 재래종 그리고 band가 전혀 증폭되지 않은 남원, 영주, 포천 재래종 집단 간에는 유전적 다양성이 나타나지 않았다.

이상과 같이 인삼의 재래종은 primer에 따라 10개체가 전혀 band가 형성되지 않은 재래종이 있었다. 이러한 결과는 재래종에 공통의 DNA marker가 존재하지 않으며 유전적으로 유연성이 적다는 것을 의미한다. Lim *et al.* (1993)은 RAPD marker로 중국삼과 고려인삼의 감별이 가능하다고 하였고, Yang *et al.* (2003)은 RAPD 분석으로 자경종, 풍기황숙종, 중국삼과 미국삼의 구별이 가능하다고 하였다. 그러나 본 연구 결과에서 재래종 내 또는 재래종 집단 간에 유전적 변이가 다양한 것으로 미루어 보아 인삼의 품종이나 외국삼의 구별은 많은 재래종을 비교 검토하는 것이 타당할 것으로 생각된다.

4. 군집분석

5종의 primer에 의해 생성된 band를 종합하여 UPGMA에 의한 군집 분석한 결과는 Fig. 2와 같다. 재래종 인삼의 90개체는 5개 군으로 구분되었다. A군에는 남원 재래종 10개체, 영주 재래종 10개체, 서산 재래종 10개체, 금산 재래종 2개체, B군에는 청원 재래종 9개체, 금산 재래종 1개체, 양주 재래종 10개체, C군에는 연천 재래종 10개체, 괴산 재래종 10개체, D군에는 금산 재래종 7개체, 청원 재래종 1개체가 포함되어 2종 이상의 재래종이 한 군에 포함되었다. 그러나 E군에는 포천 재래종 10개체가 포함되어 한 개 지역의 인삼만이 포함되는 특징이 있었다. A군은 3개의 아군으로 세분할 수 있었으며, A-1군에는 남원 재래종 10개체와 영주 재래종 10개체, A-2군에는 금산 재래

Table 2. Profiles obtained with RAPD primers in OPA 7 of Korean ginseng collections.

RAPD bands	Primer																																			
	OPA 7										OPA 13					URP 2			URP 3		UBC 3															
Land race	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	A	B	C	D	E	A	B	C	D	A	B	C	D		
Namwon	1	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-				
	2	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-				
	3	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-			
	4	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-				
	5	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-				
	6	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-				
	7	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-				
	8	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-			
	9	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-			
	10	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-			
Cheongwon	1	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+				
	2	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+			
	3	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+			
	4	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+			
	5	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+			
	6	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+			
	7	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+			
	8	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+			
	9	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+			
	10	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+			
Geumsan	1	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+		
	2	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
	3	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	
	4	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	5	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	6	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	9	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 2. Continued

Land race	RAPD bands	Primer																																					
		OPA 7										OPA 13										URP 2				URP 3				UBC 3									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	A	B	C	D	E	A	B	C	D	A	B	C	D				
Goesan	1	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+		
	2	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+		
	3	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+		
	4	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+		
	5	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	
	6	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	
	7	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	
	8	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	
	9	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	
	10	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	
Yeoncheon	1	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	
	2	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	
	3	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	
	5	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-
	6	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
	7	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
	8	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
	9	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
	10	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+
Yeongju	1	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-		
	2	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 2. Continued

RAPD bands	Primer																																			
	OPA 7										OPA 13					URP 2			URP 3		UBC 3															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	A	B	C	D	E	A	B	C	D	A	B	C	D		
Land race																																				
Yangju	1	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-			
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+		
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-		
	4	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+		
	5	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+		
	6	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+		
	7	-	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-		
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-		
	9	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-		
	10	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-		
Pochun	1	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-
	2	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-	
	3	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-
	4	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
	5	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
	6	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
	7	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
	8	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-
	9	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
	10	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Seosan	1	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	
	2	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	
	3	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
	4	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	
	5	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	
	6	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
	7	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	
	8	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+
	9	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	
	10	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	

OPA 7: A: 1,750, B: 1,500, C: 1,400, D: 1,300, E: 1,200, F: 1,100, G: 1,000, H: 950, I: 800, J: 750 bp.
 OPA 13: A: 2,250, B: 2,000, C: 1,700, D: 1,600, E: 1,500, F: 1,100, G: 1,000, H: 900, I: 700, J: 600, K: 550 bp.
 URP 2: A: 800, B: 700, C: 650, D: 450, E: 300 bp. URP 3: A: 2,000, B: 1,600, C: 1,200, D: 800 bp.
 UBC 3: A: 1,500, B: 1,200, C: 700, D: 600 bp.

중 2개체, A-3군에는 서산 재래종 10개체가 포함되어 재래종별로 구분되었다. B, C, D군에 속하는 재래종도 더욱 세분을 하면 재래종별로 분류할 수 있었다. 이상과 같이 재래종의 대부분이 재래종 집단별로 독립된 cluster를 형성하였으며, 재래종 간 유연 관계에서도 서로 큰 차이를 나타내었다. 그 중에서도 남원, 괴산, 양주, 서산 재래종은 집단 내에서도 유연 관계가 다양하여 다른 지역의 재래종 집단에 비해 유전적으로 다양함을 알 수 있었다. 특히, 금산 재래종의 2번 개체는 집단 내 개체보다 영주 재래종과 더 가까운 유연 관계를 나타내어 같은 cluster group에 속하였다. 남원, 영주, 서산 재래종은 지역적으로 멀리 떨어져 있음에도 불구하고 가까운 유연 관계를 나타내었고 금

산재래종의 일부 개체와도 근연 관계를 나타냈다. 또한 청원, 양주재래종도 같은 cluster를 형성하였다. 이러한 결과는 지역 중간에 진정한 유연관계의 차이인지 종자나 묘삼의 이동에 따른 유전자원의 혼입인지는 앞으로 검토되어야 할 문제라 생각된다.

본 연구는 5종의 primer를 종합한 UPGMA 분석에서 대부분의 재래종이 독립된 cluster를 형성하였고 재래종의 개체간에도 유전적 차이가 있었다. 이러한 결과는 재배 인삼이 기원이 다양하고 선발과정 없이 오래동안 재배된 결과라고 생각된다. 특히 6년근 홍삼용 인삼을 생산하는 포천, 연천, 영주지역의 재래종은 다른 지역의 재래종에 비하여 유전적 변이가 적었다. 이러한 결과는 KT&G (구 한국인삼연구소) 연구소에서 육성된 신품종을 이 지역의 재배농가에 보급되었기 때문으로 생각된다. 금산 재래종의 일부 개체는 영주, 청원 재래종과 더 가까운 유연 관계를 나타내었는데 이는 금산지역 재배농가가 영주나 청원까지 진출하여 금산에서 채종된 인삼을 재배를 한 것으로 생각된다.

본 연구에서 재래종 집단 간에 유전적 차이가 크다는 것은 국내인삼이 유전적으로 고정되지 않았음을 나타냄과 동시에 지역종을 육종소재로 사용할 가치가 있음을 의미한다.

적 요

본 연구는 고려인삼 재래종의 유전적 차이를 RAPD marker로 평가하였다. 재래종은 우리나라 주요 인삼재배단지인 괴산, 금산, 남원, 포천, 양주, 연천, 영주로부터 수집한 인삼에서 10개체를 임의 선발하여 사용하였다. 9개 지역의 90개체를 대상으로 RAPD분석을 한 결과 48개의 primer 중 OPA 7, OPA 13, URP 2, URP 3, UBC 3의 5개 primer가 재현성이 있고 재래종 내 개체간에도 다형성인 band를 보였다. 재래종 집단간보다 재래종 내에서 유전적 다양성이 낮았다. 재래종 집단 간 또는 재래종 집단내의 유전적 차이가 있다는 것은 이 집단들이 헤테로라는 것을 의미한다. 이러한 결과는 우리나라에서 재배중인 고려인삼은 유전 자원의 혼합으로 헤테로라는 것을 암시한다. 선발된 5개의 primer를 이용하여 90개체를 집괴분석한 결과 국내 재래종 인삼은 5개군으로 그리고 3개의 아군으로 구분되었다. 국내 재래종 인삼은 유전적 변이가 크므로 인삼 육종을 위한 재료로 이용될 수 있을 것이다.

LITERATURE CITED

- Ahn SN, Kwon SJ, Suh JP, Kang KH, Kim HJ, Song MT, Hwang HG, Moon HP (2001) Identification of introgressions in a

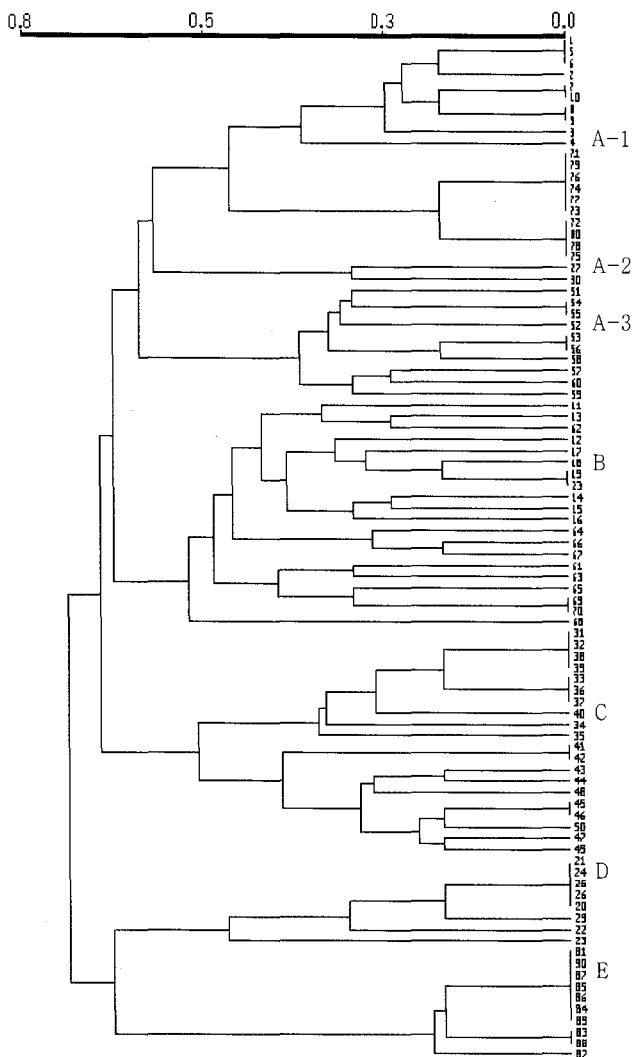


Fig. 2. Dendrogram of 90 ginseng plants collected from Korea. Namwon, 1-10; Cheongwon, 11-20; Geumsan, 21-30; Yeoncheon, 31-40; Goesan, 41-50; Seosan, 51-60; Yangju, 61-70; Yeongju, 71-80, and Pochun, 81-90.

- backcross progeny derived from the cross between *Oryza sativa* x and *O. grandiglumis*. Korean J. Breed 33:318-323.
- Bai D, Brandle J, Reeleder R** (1997) Genetic diversity in North American ginseng (*Panax quinquefolius* L.) grown in Ontario detected by RAPD analysis. Genome 40:11-115.
- Boehm CL, Harrison HC, Nienhuis J, Jung G** (1999) Organization of American and Asian ginseng germplasm using randomly amplified polymorphic DNA(RAPD) markers. Soc. Hort. Sci. 124:252-256.
- Crockett PA, Singh MB, Lee CK, Bhalla PL** (2002) Genetic purity analysis of hybrid broccoli (*Brassica oleraea* var. *italica*) seed using RAPD PCR. Aust. J. Agric. Res. 53:51-54.
- Devos KM and Cale MD** (1992) The use of random amplified polymorphic DNA markers in wheat. Theor. Appl. Genet. 84:567-572.
- Heer JA, Knap HT, Mahalingam R, Shipe ER, Arelli PR, Matthews BF** (1998) Molecular markers for resistance to heterodera glycines in advanced soybean gerplasm. Mol. Breeding 4:359-367.
- Heo KO, Chung IK, Hahn SJ** (1998) Analysis of phylogenetic relationship among Korean landraces of *Allium grayi* by RAPD. J. Korean Soc. Hort. Sci. 39:273-277.
- Kim JH, Yuk JA, Cha SK, Kim HH, Sung BJ, Kim SI, Choi JE** (2003) Diversity of pure line of *Panax ginseng* based on RAPD analysis. Korean J. Medicinal Crop Sci. 11:102-108.
- Kim JY, Choi SY, Choo BG, Ryu JH, Kwon TH, Oh DH** (2000) Intra-specific relationship of *Kehmannia glutinosa* lines collected from Korea, Japan and China by RAPD analysis. Korean J. Medicinal. Crop Sci. 8:266-273.
- Kim KM, Sohn JD, Kato Akira, Oono Kiyoharu** (1997) Analysis of a QTL associated with rice seedling growth at low temperature using RAPD markers. Korean J. Breed. 29:342-348.
- Koller B, Lehmann A, McDermott JM, Gessler, C** (1993) Identification of apple cultivars using RAPD markers. Theor. Appl. Genet. 85:901-904.
- Kwon WS, Chung CM, Kim YT, Lee MG, Choi KT** (1998) Breeding process and characteristics of KG101, a superior line of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korea J. Ginseng Sci. 22:11-17.
- Kwon WS, Lee MG, Choi KT** (2000) Breeding process and characteristics of Yunpoong, a new variety of *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korea J. Ginseng Res. 24:1-7.
- Lee MY, Mo SY, Kim DW, Oh SE, Ko BS** (2001) Discrimination and genetic relationship of *Adenophora triphylla* (Thunb) A. DC. var. *japonica* Hara and *Codonopsis lanceolata* Trautv using RAPD analysis. Korean J. Medicinal Crop Sci. 9:205-210.
- Lim JD, Seong ES, Choi KJ, Kim SK, Kim MJ, Yu CY** (2000) Intraspecific relationship analysis of *Eleutherococcus senticosus* Max. by RAPD markers. Korean J. Plant. Res. 13:104-110.
- Lim YP, Shin CS, Lee SJ, Youn YN, Jo JS** (1993) Survey of proper primers and genetic analysis of Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) variants using the RAPD technique. Korean J. Ginseng Sci. 17:153-158.
- Michelmore RW, Paran I, Kesseli RV** (1991) A rapid method to detect markers in specific genomic regions by using segregating populations. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 88:9828-9832.
- Mihalov JJ, Marderosian AD, Pierce JC** (2000) DNA identification of commercial ginseng samples. J. Agric. Food Chem. 48:3744-3752.
- Mukai Y, Suyama Y, Tsumura Y, Kawahara T, Yoshimaru H, Kondo T, Tomaru, N, Kuramoto N, Mari M** (1995) A linkage map for *Cryptomeria japonica* based on RFLP, RAPD, and isozyme loci. Theor. Appl. Genet. 90:835-840.
- Oelzel AR, Green A** (1992) Analysis of population level variation by sequencing PCR amplified DNA. In Molecular genetic analysis of populations. A practical approach:159-187.
- Rowland LJ, Levi A** (1994) RAPD based genetic linkage map of blue berry derived from a cross between diploid species (*Vaccinium darrowi* and *v. elliotii*). Theor. Appl. Genet. 87:863-868.
- Sneath PHA, Sokal RR** (1973) Numerical taxonomy. Freeman WH & Co. San Francisco. USA.
- Song YS, Tsukasa NE, Choi IH, Jang YS, Choi WY, Park JH** (2001) Detection of randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers related to blotting, bulb color and clove adherent type of garlic (*Allium sativum* L.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:305-309.
- Tochida-Komatsu Y, Asaka I, Il K** (2001) A Random amplified polymorphic DNA (RAPD) to assist the identification of a selected strain, Aizu-K-111 of *Panax ginseng* and the sequence amplified. Biol. Pharm. Bull. 24:1210-1213.
- Toshiharu H** (1993) Determination of Genetic purity of hybrid seed in watermelon (*Citrullus lanatus*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*) using random amplified polymorphic DNA (RAPD). Japan J. Breed. 43:367-375.
- Yang BK, Kim DH, Kim IS, Lee YB, Suh JD, Nam JS, Jeong SJ** (2001) Analysis of genetic diversity of onion germplasm using RAPD. J. Korean Soc. Hort. Sci. 42:533-539.
- Yang DC, Kim MS** (2002) DNA analysis of ginseng using the randomly amplified polymorphic DNA technique. Korean J. Intl. Agri. 14:290-296.
- Yang X, Quiros C** (1993) Identification and classification of celery cultivars with RAPD markers. Theor. Appl. Genet. 86:205-212.
- Yu LW, Nguyen HT** (1994) Genetic variation detected with RAPD marker among upland and lowland rice cultivars (*Oriza sativa* L.). Theor. Appl. Genet. 87:668-672.