

논 · 밭재배에 따른 인삼의 생육 및 성분 특성 비교

이성우* · 강승원* · 김도용* · 성낙술* · 박희운*†

*작물과학원

Comparison of Growth Characteristics and Compounds of Ginseng Cultivated by Paddy and Upland Cultivation

Sung Woo Lee*, Seung Won Kang*, Do Yong Kim*, Nak Sul Seong*, and Hee Woon Park*†

*National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea.

ABSTRACT : This study was carried out to investigate the difference of growth characteristics and the content of root chemical components in four years old ginseng by paddy and upland cultivation at farmers' field in Korea. Proportions of silt, clay, liquid phase and porosity were higher in paddy soil than upland soil. The range of liquid phase was 17.5~19.5% in paddy and 7.0~12.8% in upland during growth period. EC and the other contents of OM, NO₃⁻, K₂O, and Mg in paddy soil were higher than those of upland soil, while the contents of P₂O₅ and Ca were less than those of upland soil. The levels of chemical components of tested soil exceeded recommended range in EC, NO₃⁻ and Ca of paddy soil, and in P₂O₅ and Ca of upland soil. Stem length, fresh root weight and total dry weight per plant in paddy were greater than those of upland. Root weight in paddy-ginseng showed a great increase on September, while it was not increased in upland because of early defoliation. Net assimilation rate and crop growth rate by paddy and upland cultivation showed distinct differences on May and September, and those of paddy-ginseng were higher than those of upland-ginseng. Yield and ratio of red-colored root showed no significant difference by paddy and upland cultivation, while significant differences were observed in diameter and length of primary root, contents of crude saponin and 50% ethanol extracts of primary root, and water content of root. Hardness of primary root showed no significant difference by paddy and upland cultivation until August, but it showed distinct difference on September, at which the hardness in upland cultivation was drastically decreased.

Key words : *Panax ginseng*, paddy, upland, soil property, growth characteristics, root hardness, crude saponin, ethanol extract

서 언

인삼은 주로 밭토양에서 재배되어 왔으나 연작장해로 인한 초작지 고갈로 풍기, 금산 등 4년근 백삼포 주산지에서는 논재배가 널리 보편화되어 있으며 포천, 용인, 안성 등 5~6년근 홍삼포 지역에서는 주로 밭재배가 이루어지고

있는데, 최근에는 논토양에서 고년근 재배가 점차 확대되고 있는 추세에 있다. 보통 밭재배는 한번 경작후 10년 동안은 재경작이 불가능하나 논재배는 벼를 담수상태에서 재배하기 때문에 4~5년 후에는 재경작이 가능하다. Jo *et al.* (1996)에 의하면 인삼 논재배시 가장 심각한 문제점은 벼재배 후 토양에 잔류하는 무기염류의 과다로 밭재배에

† Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6817 (E-mail) leesw@rda.go.kr
Received July 25, 2003 / Accepted January 28, 2004

비해 유기물함량과 각종 양이온의 함량이 높아 황병의 발생이 심한데, 인삼재배 후 4년간 벼를 재배한 다음 인삼을 다시 재경작 할 경우 연작장해가 뚜렷히 나타나지 않았으며, 논·밭재배에 따른 수량성 및 사포닌 함량과 조성은 거의 차이가 없다고 하였다.

이 등 (1995)은 논재배되고 있는 백삼포와 홍삼포의 배수등급과 토성을 조사한 결과 논재배 백삼포 76개소의 배수등급은 배수양호 18.4%, 약간양호 36.8%, 약간불량 42.1%, 불량 2.6%이었으며, 논재배 홍삼포 139개소의 토성은 식양토~미사질식토 74.1%, 양토~미사질양토 14.4%, 사양토 11.5%로 점질토양이 가장 많았으나 백삼포 지역 (74개소)은 양토 48.2%, 사양토~양질사토 56.8%로 사질토양이 가장 많았다고 하였다. 그리고 포천 지역 30개소에서 토성별 6년근 논삼의 수량성은 식양토>양토>사양토 순이었고, 논 1.71 kg/칸 (20개소 평균), 밭 1.56 kg/칸 (367개소 평균)로 논재배의 수량이 높았으며, 논재배시 천삼과 지삼 비율은 밭재배보다 높고 내공, 내백, 균열, 백피 비율도 낮아 논삼의 품질이 양호하다고 하였다. Park *et al.* (1982)은 5개 주산지 120개소를 조사한 결과 인삼수량을 지배하는 중요한 인자는 토양수분이고 토양 유기물이 토양수분 공급에 중요한 역할을 하는데, 유기물 2% 이하의 농가포장 비율은 58%이었으며, 이들의 대부분은 사양토와 양토이었다고 하였다. Nam *et al.* (1980)은 토성에 관계없이 토양수분이 인삼의 생육에 미치는 영향은 뚜렷하여 지상부 생육은 수분함량이 다소 높은 편이 좋으며, 토양수분함량은 뿌리의 호흡에 영향을 미치는 토양 공극율과 관련되므로 통기성을 제한하지 않는 한 수분이 많을수록 좋다고 하였다. 본 연구는 금산지방에서 밭토양과 논토양에서 재배되고 있는 4년근 농가포장을 선정하여 생육의 경시적 변화 및 근부의 경도, 조사포닌과 엑스함량 등을 비교하여 재배환경의 차이에 따른 수량성 및 품질향상을 위한 기초자료로 활용하기 위하여 실시하였다.

재료 및 방법

본 시험은 2002년 4월부터 10월까지 충남 금산군 금산읍 마장리 농가포장 중에서 인접하여 재배되고있는 밭과

논재배 4년근 포장을 각각 1곳씩 선정하여 수행하였다. 시험재료는 농가재래종이었으며, 재식밀도는 12행 × 16열로 칸당 192립을 직파한 포장이었다. 해가림 시설은 후주연결식으로 밭재배는 흑·청 혼방 4중직 차광망을, 논재배는 흑·청 혼방 2중직에 검정비닐과 백색 부직포를 겹쳐 차광하여 강우에 의한 누수를 차단하였다. 6월 하순에 조사한 투광율은 밭재배 2.0%, 논재배 2.4% 이었다. 생육조사일은 4월 20일, 5월 28일, 6월 28일, 7월 31일, 8월 31일, 9월 26일이었으며 경장, 엽면적, 생체근중, 건물중 등을 조사하였다. 수삼수량은 10월 11일에 반복당 1.5칸씩 2반복으로 조사하였으며, 60℃에서 건조하여 성분분석용 시료로 사용하였다. 토양의 입경분석은 5% Sodium hexametaphosphate으로 분산후 피펫법으로 하였고, 토양유기물은 Walkley-Black법, 인산은 Lancaster 법, 질산태질소는 2M KCl에 침출여과 후 Auto analyzer 법으로, K, Ca, Mg은 1-N NH₄OAc (pH 7.0)로 침출여과 후 원자흡광광도계로 분석하였다. 조사포닌은 수포화부탄올 추출 중량법, 엑스함량은 50% 에탄올 추출 중량법으로 분석하였으며 근의 경도는 경도기를 이용하여 직경 3.14 mm 침으로 동체의 중앙부위를 찢어 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 논·밭재배 토양환경 비교

표 1과 같이 논재배 토양은 사양토로 양질사토인 밭재배 토양에 비해 모래함량이 적고 미사와 점토함량은 많았다. Hur *et al.* (1984)에 의하면 국내 논토양의 토성은 모래 33.2%, 미사 47.8%, 점토 19.0%로 대부분 양토에 속하고, 밭토양의 토성은 모래 47.1%, 미사 37.0%, 점토 15.9%로 대부분 사양토에 속하며, 논토양은 밭토양에 비해 모래함량이 적고 미사와 점토함량이 많다고 하였는데, 본 시험의 논·밭토양은 국내 평균치보다 모래함량이 많고 미사와 점토함량이 적은 편이었다.

그림 1과 같이 2002년 5~9월까지 밭재배 토양의 고상은 평균 51.4%로 논재배 토양 41.7%보다 뚜렷히 높았으나 기상은 논·밭토양 각각 39.9%, 38.7%로 큰 차이가 없었으며, 공극율은 논재배 토양이 평균 58.3%로 밭재배

Table 1. Comparison of soil texture in paddy and upland field of ginseng.

Treat.	Sand (2~0.02 mm)	Silt (0.02~0.002 mm)	Clay (0.002 mm less)	Texture
Paddy	56.9	32.8	10.3	Sandy loam
Upland	80.9	13.2	5.9	Loamy sand

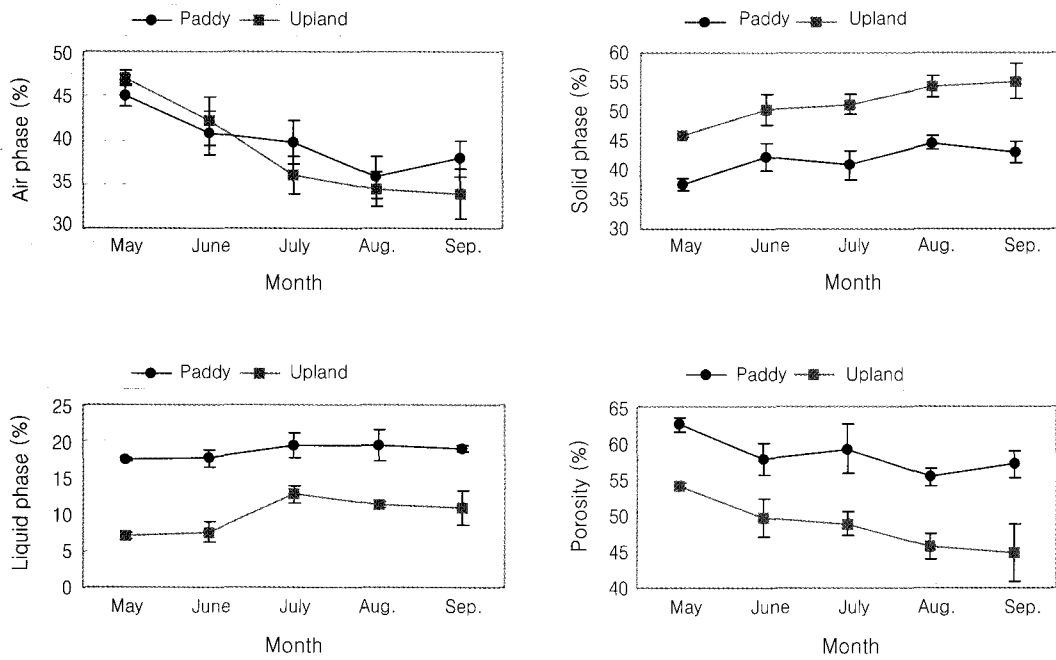


Fig. 1. Comparison of soil physical properties at paddy and upland field of ginseng.

토양 48.6%보다 뚜렷히 높았다. 논재배 토양의 토양 수분 함량은 평균 18.6% (17.5~19.5%)로 밭재배 토양 9.9% (7.0~12.8%)보다 뚜렷히 높았다. 국내 논토양의 유효수분함량은 19.9% (포장용수량 34.2%, 위조계수 14.3%) 이었고 밭토양의 유효수분함량은 13.5% (포장용수량 23.2%, 위조계수 9.7%)로 알려져 있는데 (Hur *et al.*, 1984), 인삼의 적정수분함량은 사양토인 경우 포장용수량의 50~60% (절대함량 17.5~21%) 수준이며 (Nam *et al.*, 1980), 양토조건에서 1년생 묘삼의 적정수분함량은 포장용수량의 65.5% (절대수분 22.1%) 이었고 생육이 정지되는 수분함량은 포장용수량의 31.5% (절대수분 10.7%)라고 하였는데 (Mog *et al.*, 1981), 본 시험에서 논재배 토양의 수분함량은 대체로 적합한 수준이었으나 밭재배 토양은 수분이 부족한 상태였다. Park *et al.*

(1982)에 의하면 칸당 2 kg 정도의 수량을 내려면 토양수분이 17% 이상 되어야 하며, 점토가 많을수록 토양수분이 많고 지상부 결주율도 낮아 토양수분 면에서 볼 때 양토와 사양토는 인삼재배에 부적당하다고 하였다. 대개 논재배의 경우 차광지를 이용하여 누수를 방지하고 있어 과습피해를 줄일 수 있으나 밭재배의 경우 모래가 많은 사양토가 대부분이고 관수시설이 부족하므로 한발피해가 크게 우려된다.

표 2와 같이 논재배 토양은 밭재배 토양에 비해 염류농도와 유기물, 질산태질소, 칼륨, 마그네슘 함량이 높았으며 pH와 인산, 칼슘함량이 낮았다. 논재배 토양에서는 대체로 염류농도와 질산태질소 및 칼슘함량은 권장치보다 높은 수준이었고 밭재배 토양에서는 인산과 칼슘함량이 권장치보다 높은 수준이었다.

Table 2. Comparison of soil chemical properties in paddy and upland field of ginseng.

Treat.	pH	EC (dS/m)	OM (g/kg)	NO ₃ ⁻ (mg/kg)	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex. cation (cmol ⁺ kg ⁻¹)		
						K ₂ O	Ca	Mg
Paddy	4.6	0.62	27	399	173	0.28	5.9	1.4
Upland	5.0	0.22	18	29	438	0.09	6.7	1.3
Standard [†]	5~6	0.25~0.5	15~20	100 less	70~200	0.2~0.5	2.0~4.5	1.0~3.0

[†]Recommended ranges of soil chemical compounds for proper growth of ginseng.

2. 논·밭재배별 생육특성 비교

그림 2와 같이 초장은 밭재배보다 논재배에서 더 컸는데, 논재배에서는 5월까지 급격히 신장된 후 수확기까지 완만한 증가를 보였으나 밭재배에서는 6월까지 빠른 신장을 보였으며 그후 약간의 증감을 보이다가 9월에 뚜렷한 감소를 보였다. 생체근중은 논재배가 밭재배보다 더 컸으며, 논재배시 9월 수확기에 가장 큰 증가를 보였는데, 밭재배

는 5월에 약간 감소된 후 8월까지 완만한 증가를 보였으나 9월 수확기에는 거의 증가되지 않았다. 주당건물중은 논재배가 밭재배보다 매우 컸으며, 논과 밭재배 모두 4월 출아기 이후부터 6월까지 급격한 증가를 보였고 그 이후에는 완만한 증가를 보였는데, 밭재배는 9월 수확기에 낙엽 증가로 인한 지상부 생육감소로 근중비대가 둔화되어 전건물중의 감소를 보였다.

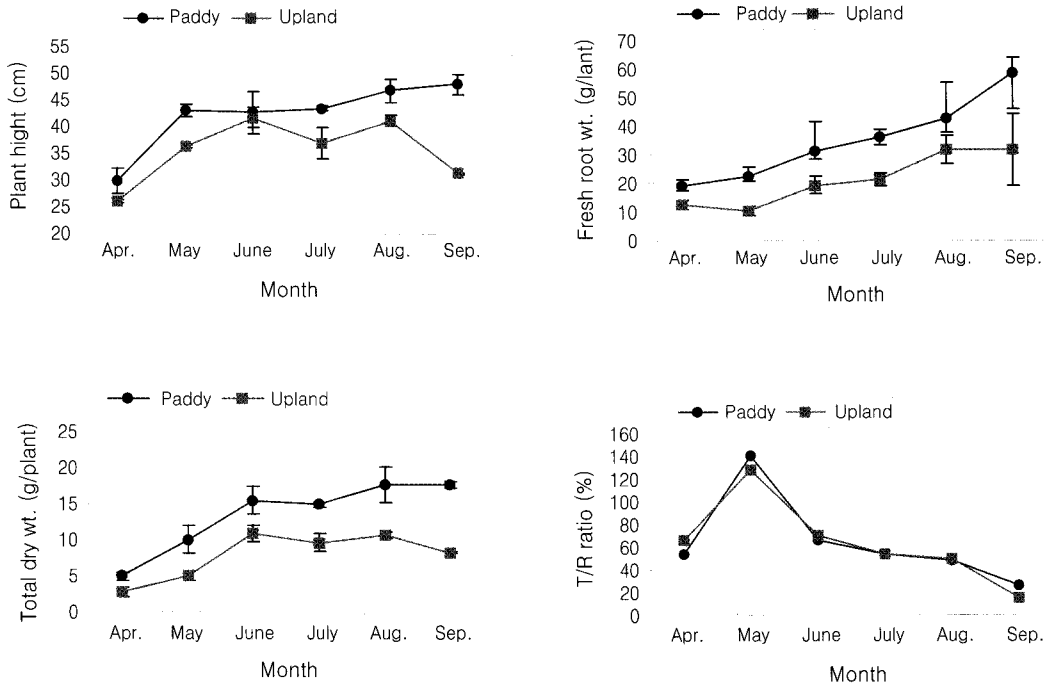


Fig. 2. Comparison of growth characteristics by paddy and upland cultivation in 4 years old ginseng (T/R ratio: Top/Root ratio).

2년생 인삼 엽의 생장은 6월상순에, 경장의 생장은 6월 하순에 완료되고 근중은 5월상순에 감소를 보이다가 다시 증가되어 9월 이후에도 계속 증가되었으며 (Lee *et al.*, 1987), 4년생 인삼의 근중도 6월 이후 급격히 증가, 9월 이후 수확기까지 계속 증가된다고 하였는데 (Ahn *et al.*, 2002), 본 시험의 밭재배에서 근중이 증가되지 않았던 것은 지상부 고사로 인한 낙엽율의 증가 때문으로 생각되며, 근중 증가의 완료는 낙엽시기에 따라 좌우된다는 보고 (Lee *et al.*, 1987; Park *et al.*, 1987)와 비슷한 결과를 보였다. T/R율은 논·밭재배 모두 지상부가 급격히 신장되는 5월에 급격한 증가를 보인 후 다시 급격히 감소되는 경향을 보였는데, 논·밭재배간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

그림 3과 같이 순동화율 (NAR)은 논재배의 경우 5월에 가장 컸으나 밭재배에서는 6월에 가장 컸고 논·밭재배

모두 7월에 감소되었으며, 9월 수확기에 논재배에서는 약간의 증가를 보였으나 밭재배는 큰 폭으로 감소되었다. 작물생장율 (CGR)는 논·밭재배 모두 6월에 가장 크고 7월에 가장 작았으며, NAR의 경우와 마찬가지로 논재배시는 9월에 약간의 증가를 보였으나 밭재배에서는 급격한 감소를 보였다. 대체로 NAR과 CGR은 5월 경엽신장기와 9월 수확기에 논·밭재배간 큰 차이를 보였다.

3. 논·밭재배별 수량성 및 성분함량 비교

표 3과 같이 고사율은 밭재배가 논재배보다 약간 낮았으나 9월 수확기의 지상부 고사율은 반대로 밭재배가 매우 높아 수삼수량은 논재배가 밭재배보다 약간 많았으나 유의성은 없었는데, 이 등 (1995)은 포천지역에서 논 20개소와 밭 367개소를 조사한 결과 논재배삼의 수량이 더 높았

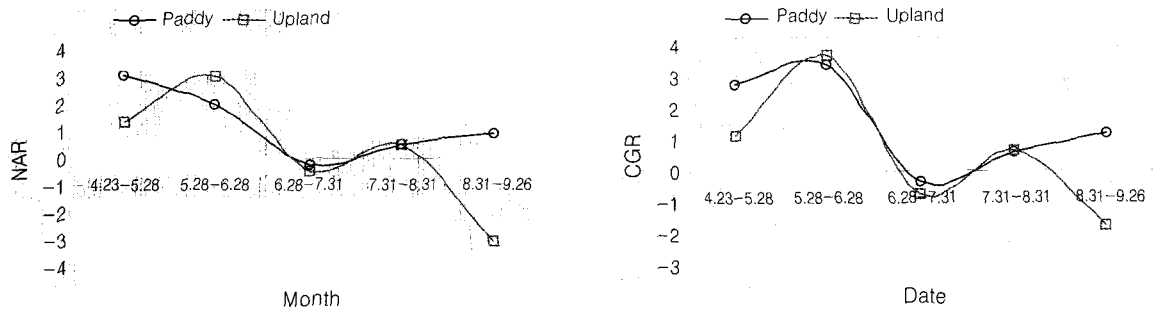


Fig. 3. Comparison of net assimilation rate ($g/m^2/day$) and crop growth rate ($g/m^2/day$) by paddy and upland cultivation of ginseng.

다고 하였다. 논재배의 생존율이 밭재배보다 약간 낮음에도 불구하고 수삼수량이 밭재배보다 높은 이유는 과습하지 않을 정도의 수분이 인삼생육을 촉진시키는 요인이 되어 논재배의 경우 9월에 근중의 증가가 뚜렷하였으나 밭재배는 한발로 인한 지상부 생육감소로 근중의 비대가 저하되었기 때문으로 생각된다. 인삼생육이 정지되는 수분함량은 양토에서 포장용수량의 31.5% (절대함량 10.7%) 이고 (Mog *et al.*, 1981), 인삼수량과 공극율, 점토 및 유기물함량은 정의상관이, 유효인산함량과는 부의상관이 인정되었으며 (Lee *et al.*, 1984), 토양수분은 근수량과 정의상관을 보이고, 지상부 결주율, 낙엽율, 반점병 이병율과는 부의상관을 보였는데 (Park *et al.*, 1982), 본시험에서 밭토양은 논토양에 비해 수분, 유기물 및 점토함량과 공극

율이 작고 인산함량이 높아 수량이 떨어지는 원인이 되었다고 생각된다. 따라서 논재배는 배수등급이 좋은 토양에서의 재배가 필요하며, 밭재배는 관수시설 부족으로 한발의 피해가 심하므로 점토와 미사 함량이 높은 토양에서의 재배가 필요하다. 적변은 수분함량이 매우 높거나 낮은 토양, 토양염류가 많은 토양 그리고 미숙유기물을 다량 사용한 포장에서 많이 발생한다고 하였는데 (김 등, 1985, 1986), 본시험에서 논과 밭재배의 적변발생율은 비교적 낮았고 서로간에 뚜렷한 차이가 없었다.

논·밭재배시 뿌리모양을 비교해 보면 (표 4), 밭재배는 논에서보다 동체직경이 작고 동체장이 길어 대체로 가늘고 긴 모양이었는데, 수분이 부족한 관계로 인삼 뿌리가 깊이 뻗어 내려갔기 때문으로 생각된다. Nam *et al.*

Table 3. Comparison of growth characteristics and yield by paddy and upland cultivation of ginseng.

Treat.	No. of survival root per m^2	Missing shoot rate (%)	Missing root rate (%)	Ratio of red-colored root (%)	Yield (kg/m^2)
Paddy	26.9 ^{a†}	50.0 ^b	54.5 ^a	7.3 ^a	0.568 ^a
Upland	29.4 ^a	80.3 ^a	50.5 ^a	8.2 ^a	0.534 ^a

[†]Mean with same letters are not significantly different in DMRT ($p=0.05$)

Table 4. Comparison of external shape and contents of chemical components of root by paddy and upland cultivation of ginseng.

Treat.	Diameter of primary root (mm)	Length of primary root (mm)	Ratio of D/L (%) [†]	Water content (%)	Crude saponin (%)	50% ethanol extract (%)
Paddy	26.2 ^{a†}	8.2 ^b	32.0 ^a	75.0 ^a	2.9 ^b	16.8 ^b
Upland	20.6 ^b	10.8 ^a	19.2 ^b	72.4 ^b	3.2 ^a	19.8 ^a

[†]Ratio of diameter/length in primary root

^aMean with same letters are not significantly different in DMRT($p=0.05$)

(1980)은 수분함량이 많을수록 근직경은 굵어지나 근장은 짧아진다고 하였으며 이 등 (1995)도 논삼은 밭삼보다 동체가 크나 지근과 세근은 작다고 하였다.

인삼 뿌리 전체의 수분함량은 논재배가 75%로 밭재배 72.4% 보다 높아 토성에 따라 차이를 보였다. 동체의 조사포닌 함량은 밭재배에서 높았으며, 50% 에탄올 추출액 스함량도 밭재배가 논재배보다 많았는데, Jo *et al.* (1996)도 밭재배 삼의 사포닌 함량이 약간 많으나 논·밭간에 큰 차이가 없다고 하였으며, 이 등 (1995)은 조사포닌 함량과 그 조성은 논과 밭재배 삼간에 서로 비슷하다고 하였다. 금후 토성, 토양 무기성분함량, 기온, 투광량 등 재배환경과 뿌리의 성분함량과의 관계 구명이 필요하다고 생각된다.

그림 4와 같이 인삼 동체의 경도는 8월까지 논·밭재배간에 서로 비슷하였으나 9월 수확기에 큰 차이를 보였다. 논재배의 경우 수확기까지 생육이 진전됨에 따라 경도는 증가되었으나 밭재배는 9월 수확기에 급격히 감소되었다. 이는 밭재배에서 9월에 조기낙엽으로 지상부 생육이 위축됨에 따라 뿌리의 경도가 저하된 것으로 생각되며, 수분이 충분하지 못한 곳에서 자란 인삼은 조기낙엽으로 인해 조

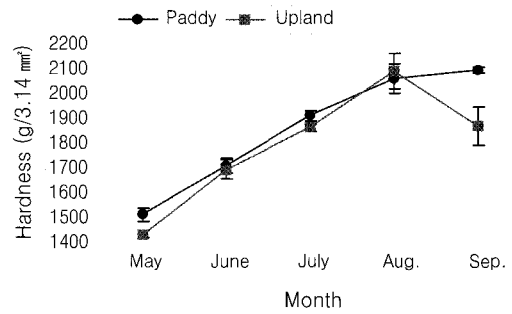


Fig. 4. Comparison of hardness in primary root of ginseng cultivated in paddy and upland.

직이 치밀하지 못했다는 Mog *et al.* (1981)의 보고와 비슷한 결과를 보였다.

표 5와 같이 생체근중의 분포비율은 직과 4년 재배에서 논·밭재배 모두 100 g 이상의 인삼은 생산되지 않았는데, 60 g 이상인 것의 비율이 논재배 5.3%로 밭재배 0.9%에 비해 많았으며 40 g 이상인 것의 비율도 논재배가 밭재배보다 높았다.

Table 5. Frequency of root weight by paddy and upland cultivation of ginseng.

Treat.	150 g more	100~149 g	60~99 g	40~59 g	20~39 g	20 g less
	----- % -----					
Paddy	0	0	5.3	11.5	17.7	65.5
Upland	0	0	0.9	8.2	30.2	60.7

적 요

밭재배와 논재배처럼 토양환경이 상이한 조건에서 재배된 인삼의 지상부 생육의 경시적 변화 및 근부특성과 성분함량 차이를 비교하기 위해 금산지방의 직과재배 4년근 밭재배 및 논재배 농가포장을 선정하여 시험한 결과는 다음과 같다.

1. 논토양의 미사와 점토함량 그리고 토양수분과 공극율은 밭토양보다 뚜렷히 높았는데, 재배기간 동안의 토양수분함량 범위는 논재배 17.5~19.5%로 적당하였으나 밭재배는 7.0~12.8%로 낮은 수분함량을 보였으며, 논토양은 밭토양보다 인산과 칼슘함량이 적으나 염류농도와 유기물, 질산태질소, 칼륨, 마그네슘 함량이 높아 비교적 양호한 토양조건을 보인 관계로 초장, 생체근중 및 주당건물중 등 지상부와 지하부 생육은 논재배가 밭재배보다 양호한 생육을 보였다.

2. 논·밭재배간 순동화율 (NAR)과 작물생장율 (CGR)

은 5월과 9월에 가장 뚜렷한 차이를 보였으며, 논재배시 근중은 9월 수확기에 가장 큰 증가를 보였으나 밭재배는 9월에 조기낙엽 증가로 인하여 근중비대가 정지되어 뚜렷한 차이를 보였다.

3. 수삼수량은 논재배가 밭재배보다 약간 많으나 유의적인 차이는 없었으며, 적변 발생율도 논·밭재배간 유의적인 차이가 없었다.

4. 논·밭재배간 동체직경과 동체장, 뿌리의 수분함량 및 조사포닌과 50% 에탄올 추출액 스함량은 유의적인 차이를 보였는데, 조사포닌과 스함량은 밭재배가 높았다.

5. 동체의 경도는 5~8월까지 논·밭재배간에 서로 비슷하였으나 9월에 밭재배는 급격히 감소하여 뚜렷한 차이를 보였다.

LITERATURE CITED

Ahn YN, Lee SY, Choung MG, Kang KH (2002) Optimum

- harvesting time based on growth characteristics of four-year ginseng. Korean J. Crop Sci. 47(3):211-215.
- Hur BK, Jo IS, Min KB, Um KT** (1984) Representative physical and chemical properties of Korean soils by the results from detailed soil survey. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 17(4):330-336.
- Jo JS, Kim CS, Won JY** (1996) Crop rotation of the Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) and the rice in paddy field. Korean J. Medicinal Crop Sci. 4(1):19-26.
- Lee JC, Lee IH, Hahn WS** (1984) Statistic model by soil physico-chemical properties for prediction of ginseng root yield. Korean Soc. Soil Sci. 17(4):371-374.
- Lee JC, Ahn DJ, Byen JS** (1988) Studies on the growth and change of mineral nutrient contents in ginseng (*Panax ginseng*) plant during the growth process. Korean J. Crop Sci. 32(4):471-475.
- Mog SK, Son SY, Park H** (1981) Root and top growth of *Panax ginseng* at various soil moisture regime. Korean J. Crop Sci. 26(1):115-120.
- Nam KY, Park H, Lee IH** (1980) Effect of soil moisture on growth of *Panax ginseng*. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 13(2):71-76.
- Park H, MG Lee, Byen JS, Lee JR** (1987) Relation between crop stand and yield in white ginseng cultivation area. Korean J. Crop Sci. 32(3):369-374.
- Park H, Mok SK, Kim KS** (1982) Relationship between soil moisture, organic matter and plant growth in ginseng plantations. Korean Soc. Soil Sci. 15(3):156-161.
- 김명수, 이종화, 백남인, 홍순근, 이태수** (1985) 인삼의 생리장해에 관한 연구. 인삼연구보고서 (재배분야). p. 787-857.
- 김명수, 홍순근, 이태수, 한종구** (1986) 인삼의 생리장해에 관한 연구. 인삼연구보고서 (재배분야). p. 811-903.
- 이일호, 김명수, 박찬수, 변정수, 오승환** (1995) 논삼 재배연구. 인삼연구보고서 (재배분야). p. 299-317.