藥作誌 (Korean J. Medicinal Crop Sci.) 4(1) : 19 - 26

高麗人蔘의 畓田輪換栽培 效果

曺在星 · 金 忠洙 · 元俊淵

Crop Rotation of the Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A.Meyer) and the Rice in Paddy Field.

Jae Seong Jo, Choong Soo Kim and Jun Yeon Won

ABSTRACT : The crop rotation of rice and ginseng in paddy field has very important meaning because up-land field suitable for ginseng cultivation is now being insufficient day by day in main ginseng production area. This studies were conducted to define basic problems related to ginseng cultivation and replanting in paddy field.

In Keumsan district, the most serious problem on ginseng cultivation in paddy field was excess of mineral salts left behind in the soil of rice cultivation. The amounts of organic matters, CEC and the mineral elements including potassium were higher in the soil of paddy ginseng field compared to those of upland.

Plant growth of 3 and 4 year old ginseng and root yield of four year old ginseng cultivated in paddy field of 1st and replanting were not decreased compared to those of 1st - planting of up - land field, but those were significantly decreased in replanted compared to those of first planted upland field.

Crop rotation with ginseng and rice in paddy field seemed to be a good way to avoid hazards of continuous cropping of ginseng with it's outyield of root and less infection of diseases.

Amounts of crude saponin and ginsenosides of ginseng cultivated in paddy field were not differ from those of upland field.

1. 서 언

인삼은 연작을 극도로 기피하는 작물로서 일차 인삼을 재배한 포지에 다시 인삼을 재배하고자 할 경우에는 10년 이상 타작물을 윤작하여야 비교적 안전한 인삼의 경작이 가능하다. 현재 우리나라 인삼의 주산지인 충남의 금산과 경북의 풍기지방에서는 초작지는 전무한 실정으로 적절한 인삼재배용 포지의 확보에 어려움이 많은데 그 시작시기는 불명하나 상당히 오래 전부터 경북의 풍기지방에서는 인삼경작 용지의 부족으로 인삼재배자들은 논을 답전윤환의 형태로 인삼의 재배에 이용하기 시작하였으며 근년에는 충남의 금산지방에서도 인삼재배에 이용되는 논의 면적이 매년 증가되는 추세이다.

인삼의 재배에서 연작장해를 유발하는 주요 원인

* 이 연구는 1992년 한국과학재단 연구비로 수행된 연구임

은 근부병으로서 이는 호기성 진균인 *Cylindrocarpon destructant*의 감염에 의하여 발생됨이 보고된 바 있는데 초작지의 경우 근부병 병원균의 밀도가 낮아 인삼의 뿌리가 쉽게 감염되지 않으나 인삼의 재배환경은 근부병 병원균의 증식에도 적합하여 포장에 식재된 인삼의 생장과 더불어 근부병 병원균의 밀도도 증가되므로 인삼을 수확한 후 동일한 포장에 바로 인삼을 재배할 경우 인삼의 뿌리는 근부병에 쉽게 감염될 수 있어 연작이 불가능하게 된다.

필자는 일련의 예비조사를 통하여 논에서 벼와 윤작으로 인삼을 재배할 경우에는 인삼을 수확한 후 3~4년 간의 단기간 동안 벼를 재배한 후에 다시 인삼을 재배하여도 인삼의 연작장해가 거의 발생하지 않으며 비교적 안전한 인삼의 재작이 가능하다는 사실을 확인할 수 있었던 바 현재 농가에서 수행되고 있는 인삼의 답전윤환재배에 있어서의 문제점을 파악하는 한편 논을 인삼재배포로 이용할 경우 토양의 이화학적 특성을 조사하고 인삼의 생육 및 수량을 조사하며 논에서의 인삼 연작재배의 안전성 기작을 구명하여 인삼의 답전윤환재배를 위한 기초를 확립하고자 본 시험을 수행하였던 바 몇가지 결과를 얻었기에 보고하는 바 이다.

2. 재료 및 방법

현재 농가에서 수행되고 있는 답전윤환재배의 현황과 문제점을 파악하기 위하여 금산지방을 중심으로 답전윤환재배를 실시중인 인삼재배농가 200호를 대상으로 논에서의 인삼재배 현황 및 문제점에 관한 설문조사를 실시하였다.

답전윤환으로 인삼을 재배하는 재배지 토양의 화학적인 특성을 밝히기 위하여 3년생 인삼이 재배되고 있는 논의 초작지와 재작지(평균 4년 후 인삼 재경작) 각각 4개소와 이의 대비로 4개소의 밭재작지(평균 7년간 윤작 후 인삼 재경작)에서 5점씩의 토양표본을 채취하여 다량 및 미량양분의 정량분석을 실시하였다.

답전윤환재배지 인삼의 생육상 및 수량을 조사하기 위하여 비교적 생육정도가 균일한 논재배 초작지와 재작지 각각 4개소를 임의표본하고 각 조사대상 인삼포에서 전열과 중열에 식재된 인삼 각각 30개체에 대하여 전엽이 완료된 후에 경장, 경직경, 엽장 및 엽폭을 조사하였으며 4년생인삼에 대하여서는 수확기에 근장, 근직경, 근중 및 간당 근수량을 조사하는 한편 황병의 발생정도와 결주율을 조사하였다. 또한 답전윤환지에서 재배된 4년생 인삼의 조-Saponin함량과 개별 Saponin의 함량을 분석하여 증평인삼시험장에서 관행방법으로 재배된 4년생 인삼의 성분과 비교하였다.

조사대상 인삼포의 해가림 구조는 후주연결식으로 이랑의 폭은 81cm이고 이식밀도는 (8행×15열)의 밀식으로서 금산지방의 인삼재배농가에서 보편적으로 이용하는 재식방법이었으며 인삼포의 일반적인 재배관리는 금산지방의 관행재배방법에 준하는 포장이었다.

또한 인삼을 재배한 후에 벼의 재배시 토양의 화학적 특성의 변이를 구명하기 위하여 인삼재배 후의 벼 재배지 4개소와 이의 대비로서 일반답에서 각각 토양표본을 취하여 토양의 화학적 특성에 대한 분석을 수행하였으며 벼의 생육 및 수량조사를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

인삼의 재배에 있어 예정지의 관리는 가장 중요한 과정이다. 논토양의 이화학적 성질은 밭토양과는 상당한 차이가 있을 것으로 고려되어 논에서의 인삼재배를 위한 예정지의 관리시 밭흙 객토의 실시여부를 조사하였던 바 34%의 논삼재배 농가에서 만이 객토를 하였고 66%에 달하는 재배자들은 객토를 하지 않고 예정지를 관리하였다. 이러한 결과는 습답을 피하고 비교적 배수가 용이한 논을 인삼재배에 이용할 경우 객토의 필요성은 크지 않음을 입증하는 것으로 해석되었다.

또한 논에 인삼을 재배할 경우 배수가 특히 중요한 문제점일 것으로 고려되어 배수정도를 조사한 결과 배수가 양호한 경우가 48%였고 배수에는 문제가 없는 경우는 41%였으며 배수가 불량하여 문제점이었던 경우는 10%에 불과하여 대부분 배수에는 문제점이 없음을 지적하였는데 이는 답전윤환 인삼재배를 위한 대상 논의 선정시에 배수상태를 충분히 고려할 경우 배수는 별로 문제가 되지 않을 것으로 생각되었다.

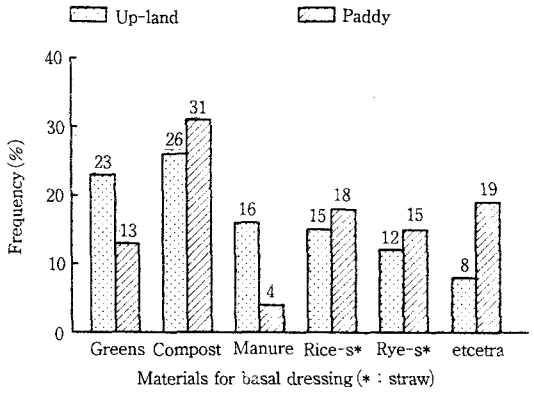

Fig. 1 Basal dressing material by farmer's base in ginseng field.

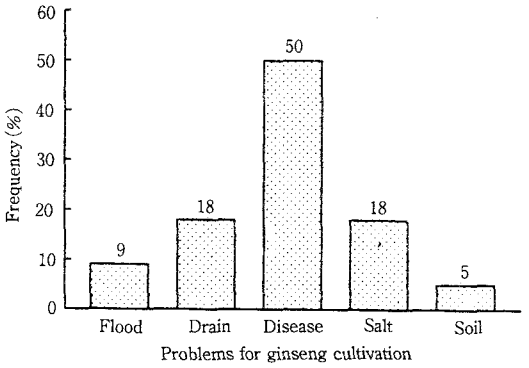

Fig. 2 The problems for ginseng cultivation by farmer's base in paddy field.

답전윤환재배 인삼포 예정지의 관리시에 사용된 기비의 재료를 밭재배의 경우와 비교하였던 바 관행 밭재배의 경우 퇴비, 청초 및 계분의 사용빈도가 가장 높았으나 논에서의 답전윤환재배시에는 퇴비, 볏짚 및 호밀짚의 이용이 지배적이었고 계분의 사용은 극 소수에 불과하였는데 이는 벼의 재배 후 잔류 무기물의 함량이 비교적 많으므로 질소의 과다를 피하기 위한 결과로 고려된다. (그림 - 1 참조)

답전윤환으로 인삼을 재배할 경우에 발생하는 문제점을 조사한 결과 (그림 - 2 참조) 홍수 내지 배수의 불량으로 인한 문제점 보다는 벼의 재배후 잔류하는 무기염류의 과다가 문제시 되었으며 또한 무기염류의 과다가 원인인 황병의 발생이 주요 문제점으로 고려되었다.

답전윤환 인삼재배지 초작지와 재작지 (4년간 벼재배 후 인삼 재경작) 및 밭재배 재작지 (7년간 윤작 후 인삼 재경작) 3년생 인삼재배지 토양을 채취

Table 1. The chemical composition of the soil in ginseng field.

Pattern of cultivation	EX-Cation (me/100g)							
	pH	OM (%)	P_2O_5	K	Ca	Mg	Na	CEC
Paddy 1st-plant	4.9	1.7	190.8	0.17	1.62	0.58	0.09	5.86
re-plant*	4.7	2.0	152.8	0.30	1.76	0.66	0.12	7.36
Upland re-plant**	4.8	1.2	252.8	0.16	0.96	0.36	0.07	5.64

* Ginseng was replanted after rice cultivation for 4 years.
** Ginseng was replanted after 7 years crop rotation.

하여 화학적 특성을 조사 비교하였던 바 표 - 1에서와 같다.

pH는 답전윤환 재배지와 밭재작지 간에 차이를 나타내지 않았으나 유기물함량은 밭에 비해 답전윤환 재배지에서 많았다. 인산은 답전윤환 재배지에서 밭재작지에 비해 약간 적었으나 K를 위시한 Ca, Mg 및 Na의 함량과 양이온치환 용량은 밭재배지에 비해 답전윤환재배지에서 현저히 높은 경향을 나타내었다. 이와 같이 밭재배지에 비해 답전윤환재배지에서 여러가지 무기양분의 함량이 많았던 것은 논의 관개수에 자연적으로 녹아 있던 무기양분과 벼재배시에 시용되었던 화학비료가 잔류되

었던데 기인하는 것으로 고려되며 이는 무기염류의 과다시 인삼에 발생하는 황병의 원인이 되는 바 위의 조사결과와도 일치한다.

이상의 결과로 미루어 볼 때 답전윤환재배지 토양의 화학적 조성은 인삼의 재배에 부적합하지는 않은 것으로 생각되었다. 다만 휴경기 및 예정지관리시에 잔류 무기양분이 적정량 까지 감소되도록 전작물인 벼의 재배시 시비량을 줄이도록 하며 토양의 물리성이 향상되도록 배려가 요망된다. 또한 예정지관리를 실시하기 전의 휴경기인 겨울에 호밀을 재배함으로써, 이를 청초의 대용으로 이용하는 한편 벼의 재배에 시용되었던 잔류 질소성분 및 각종 무기염류의 감축에도 효과적일 것으로 생각되었다.

한편 답전윤환지에서 재배된 인삼의 대체적인 생육 및 수량의 정도를 관행 밭재배의 경험에 비교하였던 바 밭재배와 같거나 밭재배에서 보다 더 우수하다는 반응이 71.8%를 차지하였다. (그림-3 참조)

답전윤환지와 밭에서 재배되고 있는 3년생 및

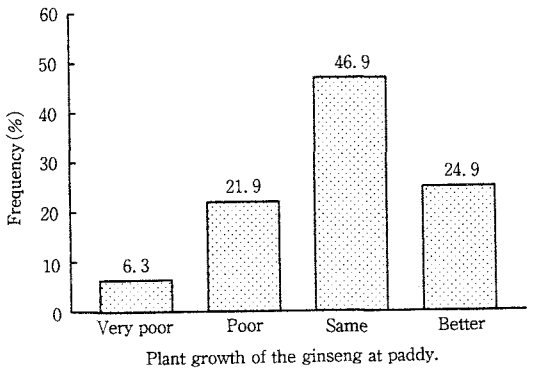

Fig. 3 Opinion of plant growth and root yield of the ginseng cultivated paddy field compared to those of upland by farmer's base.

4년생 인삼에 대하여 전열과 중열에서 각각 생육이 비교적 균일한 개체를 임의표본하여 지상부 경엽의 생육상을 조사하였던 바 그 결과는 표-2에서 보는 바와 같다.

Table 2. Plant growth characteristics of 3 and 4 years old ginseng cultivated by different condition of first and replanting in paddy and up-land field.

Age	Pattern of cultivation	Front-Row				Middle-Row			
		Stem length (cm)	Stem diam. (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (mm)	Stem length (cm)	Stem diam. (mm)	Leaf length (cm)	Leaf width (mm)
3-years	Paddy 1st-plant	18.1a	3.54a	9.5a	4.6a	18.3a	3.26a	9.0a	4.4a
	re-plant	18.2a	3.50a	9.1a	4.2a	18.8a	3.23a	8.5a	4.0a
	Upland 1st-plant	18.8a	3.73a	9.7a	4.5a	18.1a	3.34a	9.2a	4.3a
	re-plant	16.4b	2.20b	6.4b	2.7b	17.6a	2.50b	7.0b	3.0b
4-years	Paddy 1st-plant	37.5ab	6.16a	14.5a	5.8a	36.2ab	6.22a	14.9a	5.7a
	re-plant	32.9b	6.12a	13.1b	5.2a	32.8b	5.90a	13.2b	5.1b
	Upland 1st-plant	38.9a	6.05a	13.0b	5.5a	36.8a	6.15a	13.5b	5.0b
	re-plant	23.2c	3.40b	9.3c	4.0b	20.2c	3.18b	9.2c	3.9c

3년생 인삼의 경우 경장과 경직경 및 엽장과 엽폭은 전열과 중열에서 모두 답전윤환 초작지와 재작지 그리고 밭초작지 재배구 간에 는 유의차가 인정되지 않았으나 이들에 비해 밭재작지에서 재배된 인삼의 경엽생육은 유의성이 인정되는 현저한 저조를 나타내었다. 그리고 4년생 인삼에서도 3년생 인삼에서와 같이 전열과 중열에서 모두 경.엽의 생육은 답전윤환 초작지 및 재작지 그리고 밭초작지 재배구에 비하여 밭재작지에서 현저한 저조를 나타내었는데 특히 전열의 엽장 및 중열의 엽장과 엽폭은 밭초작

지에 비해 답전윤환 초작지에서 현저히 증가된 경향을 나타내었다.

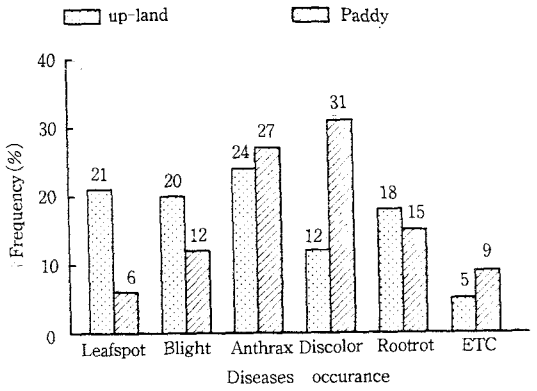

Fig. 4 Opinion of diseases occurrence by farmer's base in ginseng cultivated paddy and upland field.

답전윤환 재배에서와 밭재배에서의 병과 해충의 발생상은 상이할 것으로 생각되어 주요 문제시되는 병 및 해충의 발생상을 조사 비교하였던 바 그 결과는 그림-4 및 그림-5에서 보는 바와 같다. 밭재배의 경우 주요 문제시 되는 병으로 탄저병, 역병, 반점병이 65%를 차지하였으며 근부병도 18%를 점하였으나 답전윤환 재배의 경우 황병이 가장 많아 31%를 나타내었고 다음이 탄저병이었으며 근부병은 15%에 불과하였다. 해충은 밭의 경우 거세미가 가장 문제시 되었으나 논의 경우 땅강아지가 가장 큰 비중을 차지하여 재배지에 따라 현저히 다른 해충발생의 양상을 나타내었다.

답전윤환 재배지에서 탄저병, 역병, 반점병, 근부병 등 진균류가 일으키는 병이 현저하게 감소된 것은 논에서의 담수로 인하여 상기 진균류가 생존할 수 없는 환경이 조성되었기 때문으로 추정되었으며 황병의 발생율이 높았던 것은 벼재배시에 시용되었던 화학비료의 잔류에 기인하고, 해충으로서는 거세미나 굼벵이는 적었던 반면에 땅강아지가 큰 비중을 차지하였던 것은 벼재배시의 담수상태에서는 거세미나 굼벵이는 생존할 수 없었으나 땅강아지는 인삼의 식재후 비래하였던데 기인하는 결과로 생각되었다.

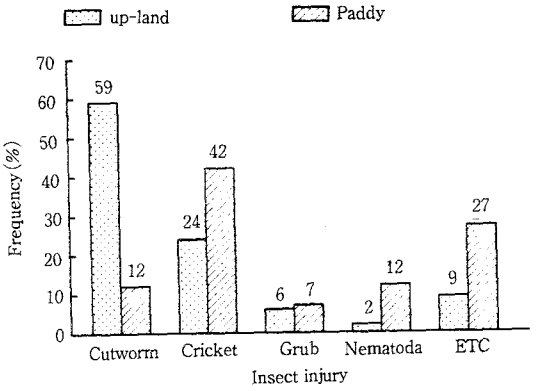

Fig. 5 Opinion of insect injury by farmer's base in ginseng cultivated paddy and upland field.

답전윤환 재배지와 밭재배지에서의 초작과 재작에 따르는 4년생 인삼의 뿌리의 형질 및 수량을 조사한 결과는 표-3에서 보는 바와 같다.

Table 3. Root growth and yield of the 4-year old ginseng cultivated by different condition of first and re-planting in paddy and up-land field.

Pattern of cultivation	Root length (cm)	Root diam. (cm)	Root weight (g)	Yield (kg/kan)
Paddy 1st-plant	6.57	2.25	26.3	2.32
re-plant	6.21	2.02	24.4	2.12
Upland 1st-plant	6.45	2.34	27.2	2.43
re-plant	6.39	1.85	21.6	1.84

근(동체)장은 답전윤환재배 초작지와 재작지 그리고 밭재배 초작지와 재작지 간에 차이가 인정되지 않았다. 근직경 및 평균근중은 답전윤환재배 초작지와 밭초작지에서 재배된 인삼간에는 차이가 없었으나 이들에 비해 답전윤환재배 재작지의 인삼에서 약간 감소된 경향이었고 밭재배 재작지의 인삼에서는 현저한 감소를 나타내었다.

간당 근수량에 있어서도 답전윤환재배 초작지와 밭초작지의 인삼간에는 거의 차이가 없었고 이들에 비하여 답전윤환재배 재작지 인삼에서 약간 감소된 경향이었으나 밭재배 재작지의 인삼에서는

현저한 근수량의 감소를 나타내었다.

따라서 인삼의 재배에 있어 가장 심각한 문제점은 연작장해인데 밭의 재작지에서는 인삼의 지상부 생육은 물론 뿌리의 생육과 수량이 현저히 감소되는 연작장해 현상을 나타내고 있으나 답전윤환재배지에서는 재작지에서 재배된 인삼의 생육과 근수량이 답전윤환재배 초작지나 밭초작지에서 재배된 인삼과 큰 차이가 없었던 바 답전윤환은 인삼의 연작장해 회피에 상당히 효과적일 것으로 생각된다.

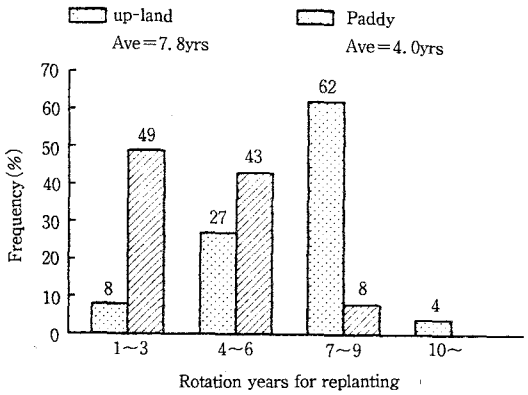

Fig. 6 Years for rotation of other crops to replant ginseng by farmer's base in paddy and upland field.

답전윤환재배와 밭재배에서의 인삼재배후 타작물의 윤작년한을 조사한 결과는 그림-6에서와 같다. 논의 경우 평균 4년간 벼를 재배한 후에 인삼을 다시 재배하는데 비하여 밭의 경우에는 7.8년간 타작물을 윤작한 후에 다시 인삼을 재배하고 있었던 바 밭에서의 재작소요 연한이 논의 경우 보다 현저히 길었다.

또한 논과 밭에서의 재작시에 인삼의 대체적인 생육상을 조사하였던 결과(그림-7 참조) 밭의 경우 재작시 인삼의 생육 및 수량은 현저히 또는 어느 정도 감소된다는 반응이 93%인데 반해 논의 경우에는 약간 감소되거나 전혀 감소되지 않는다는 반응이 94%를 차지하고 있어 답전윤환재배시 인삼의 연작재배가 비교적 안전함을 나타내고 있었으며 이러한 조사결과는 위의 재배유형별 인삼의 생육 및 근수량의 측정치와도 잘 일치하는 결과였다.

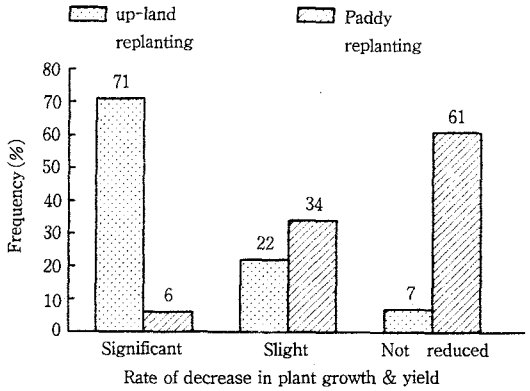

Fig. 7 Opinion of plant growth and root yield of ginseng due to replant by farmer's base in paddy and upland field.

연작장해의 유발원인에 대한 경작자의 경험적 사실을 조사하였던 바 그결과는 그림-8에서와 같다. 밭에서의 연작시 근부병에 의한 피해가 지배적이라는 반응이 67%에 달하는 반면에 논에서의 연작시에 근부병이 문제시됨을 경험한 농가는 20%에 불과하였고 논에서의 연작시에 주요 문제가 되는 병은 황병이라는 반응이 51%였는데 이는 논에서의 벼 재배후 잔류되는 무기염류의 처리에 더욱 유의하여야 함을 시사하고 있는 바 연작장해와는 관련이 없다. 또한 논에서의 인삼의 재작재배 경험은 평균 3.9회 였으며 89%의 재배자는 논에서의 벼와 인삼의 윤작이 안전하거나 무난하다는 긍정적인 반응을 나타내었다.

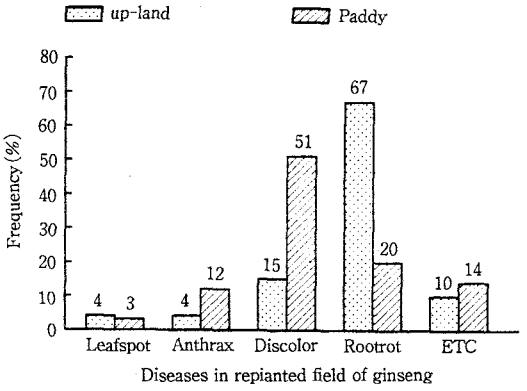

Fig. 8 Opinion of diseases occurrence by farmer's base in ginseng replanted paddy and upland field.

답전윤환 재배지와 밭재배지의 초작과 재작시 무기염류의 과다에 기인하는 황병의 발생율과 근부병이 주요 원인이 되는 결주율을 조사하였던 바 (표-4 참조) 밭 초작지에 비하여 답전윤환 재배지에서 황병의 발생율이 높은 경향이었던 반면에 밭재배 재작지에 비하여 답전윤환재배 재작지에서의 결주율은 현저히 낮았고 또한 답전윤환재배 초작지나 밭재배 초작지의 결주율과도 뚜렷한 차이를 나타내지 않았던 바 위의 설문조사 결과와 일치하는 결과를 보였다.

Table 4. Relation between leaf discoloration and missing plants by different cultivation of first and re-planting in 4 year old ginseng paddy and upland field.

Pattern of cultivation		Leaf discoloration	Rate of missing plants
Paddy	1st-plant	12.8	22.3
	re-plant	13.6	24.7
Upland	1st-plant	11.4	21.8
	re-plant	18.9	33.6

답전윤환지에서 재배된 4년생 인삼과 증평인삼시험장에서 관행방법으로 재배된 4년생 인삼의 조-Saponin함량을 비교하였던 바 재배방법에 따르는 조-Saponin의 함량 간에는 유의차가 인정되지 않았으며 개별 Saponin에 있어서도 답전윤환지에서 재배된 4년생 인삼과 증평 인삼시험장에서 관행방법으로 재배된 4년생 인삼간에 뚜렷한 차이가 없었고 대체로 일치하는 결과를 나타내었던 바 답전윤환재배는 인삼의 약효성분에도 문제가 없음을 확인할 수 있었다.

인삼의 답전윤환재배시 인삼을 재배한 후의 논토양의 화학적 성분의 변이와 벼의 생육 및 수량을 조사한 결과는 표 6 및 7에서 보는 바와 같다.

인삼을 재배하고 수확한 후에 벼를 재배하는 논토양의 화학적 성분의 양상은 충남지방의 비옥도가 중정도인 표준답 토양의 화학적 성분에 비하여 일반적으로 약간 저조한 경향을 나타내고는 있으나 뚜렷한 차이는 인정되지 않았다.

인삼을 재배한 논에서 재배된 벼는 인근 일반답에서 재배된 벼에 비하여 간장과 수장은 약간 짧았고 수당립수는 적은 경향이었던 반면 1㎡당 수수는 많았으며 천립중과 등숙비율은 높은 경향을 나타내었던 바 영양생장은 약간 저조하였으나 결실기

Table 5. Ginsenosides content of the ginseng root cultivated in paddy and upland field. (%)

Field of ginseng cultivated	Crude saponin	Ginsenoside							
		Rb_1	Rb_2	Rc	Rd	Re	Rf	Rg_1	Rg_2
Paddy	6.30	0.69	0.41	0.47	0.22	0.64	0.06	0.56	0.06
Upland*	6.40	0.71	0.42	0.37	0.21	0.63	0.06	0.60	0.08

* : Data from Jeung-pyeong experiment station

Table 6. Chemical composition of the paddy soil after ginseng cultivation.

Kind of paddy field	Ex-Cation (me/100g)							
	pH	OM (%)	P_2O_5	K	Ca	Mg	Na	CEC
After ginseng cultivation	6.3	1.6	75	0.22	2.3	0.6	0.07	5.4
Normal paddy	5.8	1.9	102	0.30	3.8	1.4	0.12	8.8

Table 7. Plant growth and grain yield of rice in ginseng and rice cultivated paddy field.

Kind of paddy field	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Panicle number per m^2	1000 Grain (g)	Grains per panicle	Maturing ratio (%)	Grain yield (kg/ha)
After ginseng cultivation	73	19	437	21.5	81.2	92	4,930
Normal paddy	75	19	423	21.1	83.9	92	4,810

의 생육상은 비교적 건실하였다. 10a당 현미수량은 유의차는 인정되지 않았으나 일반답에 비하여 답전윤환답에서 약간 증수된 결과를 나타내었던 바 답전윤환으로 인삼을 재배할 경우 인삼의 재배는 벼의 수확량에는 전혀 영향을 미치지 않으며 오히려 벼의 생육 및 수량을 향상하는 효과를 인정할 수 있었고 답전윤환답에서는 벼의 재배시 잡초의 발생도 상당히 경감됨을 관찰할 수 있었다.

5. 적 요

인삼의 답전윤환재배에 있어서의 문제점을 파악하는 한편 답전윤환 재배지 토양의 이화학적 특성과 인삼의 생육 및 수량을 조사하며 논에서의 인삼연작재배의 안전성 기작을 구명하여 인삼의 답전윤환재배를 위한 기초를 확립하고자 본 실험을 수행하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 금산지방에서의 답전윤환 인삼재배시 가장 심각한 문제점은 벼의 재배후에 토양에 잔류하는 무기염류의 과다였다.

2. 밭재배지에 비하여 답전윤환 인삼재배지에서 유기물함량과 CEC 그리고 가리를 위시한 각종 양이온의 함량이 높은 경향이었다.

3. 답전윤환 초작지와 재작지에서의 3년생 및 4년생 인삼의 경엽생육은 밭초작지 인삼의 생육과 뚜렷한 차이가 없었으나 이들에 비해 밭재작지 인삼의 경엽생육 은 현저하게 떨어졌다. 또한 답전윤환 재배지에서는 황병의 발생이 많았으며 땅강아지가 우점해충이었다.

4. 답전윤환 초작지와 재작지에서의 4년생 인삼근의 생육 및 간당 근수량은 밭초작지 인삼의 생육 및 수확량과는 뚜렷한 차이가 없었으나 이들에 비해 밭재작지 인삼근의 수량은 현저한 감소를 나타내었다.

5. 답전윤환재배시 인삼의 재배후에 4년정도 벼를 재배한 다음 다시 인삼을 재배하여도 인삼에 연작장해현상이 뚜렷하게 나타나지 않았으며 또한 근부병의 발생도 심하지 않아 비교적 안전한 재작이 가능하였다.

6. 답전윤환지에서 재배된 4년생 인삼의 조-Saponin 및 개별 Saponin함량은 관행의 방법으로 재배된 인삼과 전혀 차이가 없었다.

7. 정상답에 비하여 인삼재배답 토양의 비옥도가 대체로 약간 저조한 경향이었으나 수도의 생육 및 수량에는 전혀 영향을 미치지 않았다.

인용문헌

1. 張辰奎, 李光承, 權大源, 南基烈, 崔鎭浩 1983. 人蔘의 年根別 사포닌含量 變化에 관한 硏究. 韓國食品營養學會誌 12(1):207~210.
2. 鄭厚燮 1974. 人蔘病 硏究의 過去 現況 및 問題點. 韓國生藥學會 韓國人蔘 심포지움 55~67.
3. 鄭厚燮, 金忠會 1976. 人蔘의 連作障害 防止策. 專賣廳 人蔘用役硏究報告書.
4. 金萬旭, 高成龍, 崔康注, 金錫昌 1987. 高麗人蔘根의 部位別 年根別 사포닌 含量 및 分布. 高麗人蔘學會誌 11(1):390~396.
5. 宮澤洋一 1970. 藥用人蔘의 根腐病에 基因하는 *Cylindrocarpon panacis*의 死滅溫度와 本病防除適用. 農業及園藝 45:1279~1280.
6. 吳承煥, 柳演鉉, 鄭永倫, 李壹鎬 1981. 人蔘連作障害 防除硏究. 韓國人蔘煙草硏究所 人蔘硏究報告書 20~30.