

인삼의 논 재배시 파종 후 진압처리가 출아율과 생육에 미치는 영향

성봉재¹ · 지무근² · 김선익² · 조진웅^{3,†}

Effects of Soil Surface Compaction on Emergence and Growth of Directed Seeded Ginseng in Paddy Field

Bong-Jae Seong¹, Moo-Geun Jee², Sun-Ick Kim², and Jin-Woong Cho^{3,†}

ABSTRACT This study was conducted to find out the changes in the growth and yield of ginseng and the changes in the soil of direct-seeded ginseng fields after applying different compaction strengths. As a result of surface soil compactions, the topsoil hardness increases as the strength of treatment increases in the first year but topsoil hardness increased only by applying 30 kg weight of compaction in the second year. The germination rate was significantly higher (79.4% and 79.1% at 25 kg and 30 kg, respectively) in 1st year after the application of soil surface compactions. The longest plant was 35.7 cm in 4- years old ginseng in the control and the height was 26.9 cm and 26.5 cm in the soil surface compactions of 25 kg and 30 kg, respectively. In addition, the higher weight of ginseng roots of 31.3 g and 30.3 g were observed after applying 25 kg and 30 kg compaction treatment, and the lowest root weight of 25.6 g was in the control. Therefore, it is shown that after sowing, applying the weight of 25 kg to 30 kg for soil surface compaction is appropriate for better yield in direct seeded cultivation of ginseng at paddy fields.

Keywords : germination, ginseng, root production, soil surface compaction

인삼의 직파재배는 육묘와 이식작업이 생략되는 반면 육묘와 본포재배가 동일 포장에서 연속적으로 이루어짐으로 해가림 설치와 같은 작업시기를 분산시킬 수 있어 일부 작업에 생력화가 가능하여 생산비를 크게 절감할 수 있는 장점이 있지만(Seong *et al.*, 2020), 인삼의 논 직파재배기술에 대한 연구와 표준재배법은 확립되어 있지 않다. 또한 인삼은 뿌리썩음병원균에 의한 연작장해가 심하여 약10~15년이 경과되어야만 다시 재배할 수 있어(Cho *et al.*, 1995; Jo *et al.*, 1996; Kang *et al.*, 2007; Rahman & Punja, 2005) 논을 이용한 인삼재배면적은 매년 증가하고 있다(Lee *et al.*, 2009). 그러나 인삼의 논 재배는 배수불량으로 황증이나 적변 등의 생리장해가 높고(Jo *et al.*, 1996; Lee *et al.*, 2004), 벼를 재배할 때 화학비료 과다사용 및 축적으로 논하층토

에 집적된 비료성분이 인삼을 재배할 때 염류장해를 심하게 일으킨다고 한다(Park *et al.*, 1994). 또한, 우리나라의 강수량은 대부분 6~8월에 집중되어 있어(Kim *et al.*, 2010) 배수와 보수력을 높이고, 근권의 확대를 위한 방법으로 두둑을 높게 하고 고랑을 깊게 만들어 인삼을 재배하고 있어 과도한 경운실시와 토양물리성 악화 등의 문제점을 발생시킨다고 한다(Kim *et al.*, 1997; Yang *et al.*, 2014, 2015a, 2015b; Yang & Jung, 2016).

인삼 종자를 직파하였을 때의 출아율은 약 64~69% 수준(Seong *et al.*, 2020; Wong & Jo, 1999)으로 타작물의 출아율과 비교하면 매우 낮아 출아율을 높이기 위한 기술개발이 절실한 실정이다. 일반적으로 파종 후 진압을 실시하면 토양이 긴밀해지고 종자가 토양에 밀착되므로 발아를 조장

¹충청남도 농업기술원 인삼약초연구소 농업연구관 (Senior Research Scientist, Ginseng & Medicinal Plant Research Institute, Chungnam Agricultural Research & Extension Service, Keumsan 32723, Korea)

²충청남도 농업기술원 인삼약초연구소 농업연구사 (Junior Research Scientist, Ginseng & Medicinal Plant Research Institute, Chungnam Agricultural Research & Extension Service, Keumsan 32723, Korea)

³충남대학교 농업생명과학대학 식물자원학과 교수 (Professor, Dept, of Crop Sciences, College of Agricultural & Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea)

†Corresponding author: Jin-Woong Cho; (Phone) +82-42-821-5725; (E-mail) jwcho@cnu.ac.kr

<Received 24 October, 2022; Revised 6 December, 2022; Accepted 6 December, 2022>

하는 효과가 있고 수량도 증대한다고 한다(Qingsong *et al.*, 2017). 현재 논에서 인삼 종자의 출아율을 높이기 위하여 각종 자재들을 이용하여 파종 후 진압처리를 하고 있어 진압과 진압을 위한 롤러 등의 무게 설정이 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구는 고품질 원료삼의 안정적인 생산을 위하여 논재배 인삼종자의 출아율 향상을 위하여 무게를 달리하여 진압처리를 실시 한 후 인삼의 출아율과 뿌리 생산성에 미치는 효과를 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

진압처리

본 시험은 2014년까지 벼를 재배하던 논을 밭으로 전환한 충남 금산군 제원면 인근 재배농가에서 실시하였다. 시험 포장은 동절기에 호밀을, 하절기에 벼를 2년간 재배하여 각각의 작물을 출수 전 예초 후 전랑 토양에 환원하였다.

진압처리는 진압용 롤러를 이용하여 진압무게를 15 kg, 20 kg, 25 kg 및 30 kg으로 설정하여 굴렁쇠 파종기로 인삼 종자를 파종 한 후 진압 처리를 실시하였다(Fig. 1). 시험에 사용된 인삼 품종은 연풍을 이용하였으며 파종은 2016년 10월 10일에 10 × 10 cm 간격으로 파종하였다.

토양특성 분석

토양삼상은 표토를 1 cm 정도 제거하고 100 ml 메탈링을 이용하여 토양표면에서 12 cm 깊이까지 채취하여 토양

의 고상, 액상 및 기상의 비율을 Core법으로 조사하였다. 삼상은 토양의 건토중량을 진비중으로 나누어 고상의 부피로 하고 그 토양의 수분을 정량하여 물의 밀도로 나눈 값을 액상의 부피로, 전체부피에서 액상과 고상의 부피를 뺀 값을 기상의 부피로 하여 백분율로 표시하였다.

출아 및 생육 조사

인삼을 파종 한 후 각각의 진압처리 후 이듬해 3월 중순경에 출아율을 조사하였으며, 인삼의 년생별로 매년 7월 상순경에 초장을 측정하였으며, 매년 10월 중순경에 년생별로 인삼을 채굴하여 뿌리를 완전히 세척한 후 생체중을 측정하였다.

통계분석

통계분석은 SAS (Statistical Analysis System) 프로그램의 PROC AVOVA procedure를 이용하여 최소유의차 검정 방법을 통해 평균값을 5% 유의수준에서 비교하였다.

결과 및 고찰

진압 후 토양삼상 변화

인삼 직파재배 예정지의 이랑을 0 kg, 15 kg, 20 kg, 25 kg 및 30 kg 무게로 진압 한 전후에 토양삼상을 분석한 결과(Table 1), 무처리 토양은 고상 53.0±1.39, 액상 26.1±1.28 및 기상 20.9±2.58였고, 진압강도가 15 kg에서 30 kg으로



Fig. 1. Compaction roller (left) and compaction treatment (right).

Table 1. Changes in the proportions of soil phases in the paddy field by compaction strenghts.

Trampling weight (kg)	Solid phase (%)	Liquid phase (%)	Gaseous phase (%)
0	53.0±1.39a [†]	26.1±1.28bc	20.9±2.58a
15	53.0±1.78a	25.8±0.49b	21.2±1.66a
20	53.4±1.08a	25.8±1.35b	20.8±2.42a
25	54.7±0.43b	24.7±0.57ab	20.6±0.22a
30	54.8±0.39b	23.8±0.70a	21.4±0.52a

[†]Means are not significant at 5% by LSD.

Table 2. Change of soil hardness in paddy field by compaction strengths.

Trampling weight (kg)	Topsoil hardness (kg·cm ²)	
	First year	Second year
0	0.9±0.09a [†]	0.6±0.05a
15	1.0±0.31ab	0.6±0.08a
20	1.0±0.08ab	0.6±0.09a
25	1.1±0.09b	0.6±0.05a
30	1.1±0.05b	0.7±0.09b

[†]Means are not significant at 5% by LSD.

증가될수록 고상은 증가되고, 액상은 감소되며, 기상은 처리간에 일정한 변화는 보이지 않았다.

파종상에 파종 후 진압을 실시 한 다음 토양 표토를 대상으로 하여 1년차와 2년차의 토양 경도를 조사한 결과(Table 2), 1년차에는 진압강도가 무거워질수록 표토의 경도가 증가하는 경향을 보였으나, 2년차에는 30 kg 진압강도구만 경도가 증가한 것으로 나타났다.

진압에 따른 출아율

파종 후 진압강도에 따른 인삼의 출아율을 살펴보면 진압강도가 0 kg일 때 약 74.5%의 출아율을 보였으며, 진압강도가 무거워질수록 파종된 인삼종자의 출아율은 증가하여 15 kg의 진압강도에서 75.3%, 20 kg 진압강도에서는 78.6%, 25 kg의 진압강도가 79.4% 그리고 30 kg의 진압강도가 79.1%를 보였다(Fig. 2). Won & Jo (1999)는 밭 토양에서 직파재배 인삼의 1년생 출아율이 약 67%였다는 보고와 직파기를

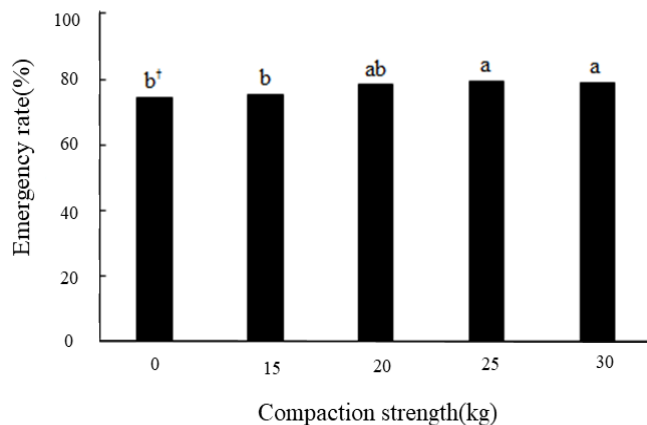


Fig. 2. Emergence rate of ginseng with the different compaction strengths in paddy field.

[†]Means are not significant at 5% by LSD.

이용하여 논에서의 직파 인삼의 출아율이 64~69%라는 보고(Seong *et al.*, 2020)와 비교할 때 약 25~30 kg의 진압강도로 진압처리 하였을 때 상대적으로 높은 출아율로 보여 입모확보에 유리할 것으로 생각된다.

논 재배 직파 인삼의 진압 처리에 따른 인삼의 연근별 초장 변화를 살펴보면 1년생과 2년생 인삼은 진압강도에 관계없이 큰 차이를 보이지 않았으나 3년생 인삼은 진압을 실시하지 않은 대조구가 초장이 32.1 cm로 가장 길었으며, 진압강도를 15 kg을 하였을 때는 29.5 cm로 20 kg 이상의 진압강도를 실시한 초장과 유의적으로 차이를 보였고, 4년생 인삼의 초장은 진압을 하지 않은 대조구가 35.7 cm로 가장 컸으며 15 kg의 진압강도가 33.2 cm, 20 kg의 진압강도는 28.4 cm였다(Fig. 3). 그리고 진압강도를 25~30 kg을 처리하였을 때 26.5~26.9 cm로 유의적으로 초장이 감소하여 논에서 인삼을 직파 한 후 진압을 실시하여 인삼의 초장은 진압강도가 증가할수록 초장은 감소하는 경향을 보였다. 일반적으로 초장은 도복과 깊은 관계가 있는 형질로 초장이 크면 도복 피해를 받아 광합성이 감퇴하여 동화양분의 전류가 저해되어 최종적으로 수량과 품질 등의 저하가 초래하므로 직파를 실시한 인삼은 파종 후 진압을 실시함으로써 초장을 조절하여 도복 피해를 감소시킬 수 있을 것으로 생각된다.

한편, 논에서 인삼 종자를 직파를 한 후 진압강도를 달리 한 후 인삼의 연근별 뿌리의 생육량을 살펴보면 3년근까지는 진압강도에 따른 생육량 차이는 보이지 않았고, 4년근 인삼 뿌리의 생육량은 진압을 실시하지 않은 무처리와 진압강도를 20 kg까지 처리하였을 때는 차이를 보이지 않았

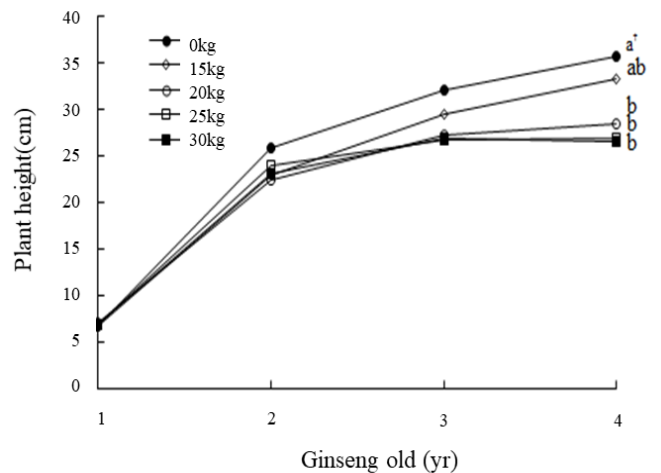


Fig. 3. Plant height of ginseng with the different compaction strengths in paddy field.

[†]Means are not significant at 5% by LSD.

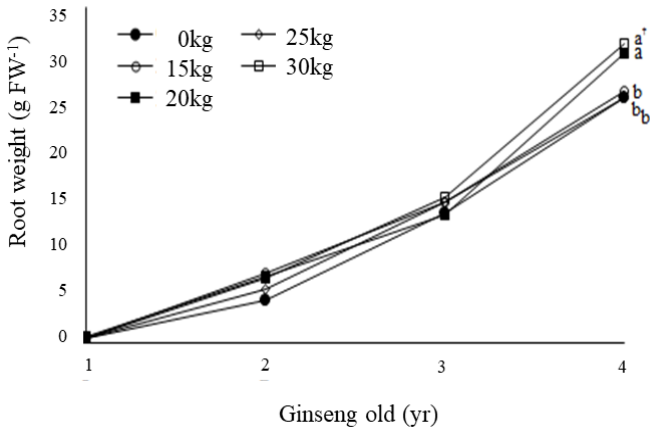


Fig. 4. Root weight of ginseng with the different compaction strengths in paddy field.

†Means are not significant at 5% by LSD.

다(Fig. 4). 그러나 진압강도를 25 kg~30 kg으로 처리하였을 때 개체 당 인삼 뿌리 생체중이 31.3 g과 30.3 g으로 유의적인 생육량 증대를 보였다. Kim *et al.* (2016)은 논에서 이탈리아라이그라스를 대상으로 파종 후에 진압을 실시하였을 때 산파보다 높은 수량을 보였다고 보고한 것과 유사한 결과를 얻어 인삼에서도 논에서 인삼을 직파재배를 할 경우에 종자를 직파한 후 약 25~30 kg의 무게를 가하여 진압을 실시하는 것이 인삼의 뿌리 생산 증대를 이룰 것으로 생각된다.

적 요

본 연구는 논 직파재배시 인삼 종자를 직파한 후 진압강도를 달리하여 진압을 처리한 후 인삼토양의 삼상 변화와 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였고, 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

파종 후 이랑에 대해 진압강도를 달리하여 처리 한 후 연차별로 토양의 경도를 조사한 결과 1년차에는 진압강도가 무거워질수록 표토의 경도가 증가하였으나, 2년차에는 30 kg 진압강도에서 경도가 증가하였다. 진압강도별 직파재배의 출아율은 1년생 인삼은 25 kg과 30 kg의 진압강도 처리에서 각각 79.4%와 79.1%로 유의적으로 높았으며, 대조구와 15 kg의 진압강도 처리는 74.5%와 75.3%를 보였다. 초장은 진압처리를 하지 않은 4년생 인삼은 35.7 cm로 가장 길었고, 25 kg과 30 kg 진압강도 처리시 각각 26.9 cm와 26.5 cm로 유의적으로 작았다. 또한 4년생 인삼뿌리의 생체중은 진압강도를 25 kg과 30 kg을 처리하였을 때 각각 31.3 g과 30.3 g으로 가장 높았고, 진압을 하지 않은 대조

구가 25.6 g으로 가장 낮았다.

따라서 논에서 인삼을 직파하여 재배하고자 할 때 종자를 파종한 후 진압을 약 25~30 kg정도의 진압강도로 진압을 실시하는 것이 인삼 뿌리 수량에 효과적이라고 생각된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청에서 주관하는 지역특화작목기술개발과제(과제번호 PJ010966)의 연구비 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

인용문헌(REFERENCES)

Cho, D. H., K. J. Park, Y. H. Yu, S. H. Oh, and H. S. Lee. 1995. Root rot development of 2-year old ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) caused by *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten in the continuous cultivation field. *Journal of Ginseng Research*. 19 : 175-180.

Jo, J. S., C. S. Kim, and J. Y. Won. 1996. Crop rotation of the Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) and the rice in paddy field. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 4 : 19-26.

Kang, S. W., B. Y. Yeon, G. S. Hyeon, Y. S. Bae, S. W. Lee, and N. S. Seong. 2007. Changes of soil chemical properties and root injury ratio by progress years of post-harvest in continuous cropping soils of ginseng. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 15 : 157-161.

Kim, P. J., D. K. Lee, and D. Y. Chung. 1997. Effects of soil bulk density on saturated hydraulic conductivity and solute elution patterns. *The Korean Journal of Soil Sci. Fert.* 30 : 234-241.

Kim, M. K., S. O. Hur, S. I. Kwon, G. B. Jung, Y. K. Sonn, S. K. Ha, and D. B. Lee. 2010. Prediction of soil erosion from agricultural uplands under precipitation change scenarios. *The Korean Journal of Soil Sci. Fert.* 43 : 789-792.

Kim, Y. J., J. S. Jung, and K. C. Choi. 2016. Effect of different fertilizer levels, split application rate, and seeding methods on dry matter yield and forage quality of Italian ryegrass in early spring on paddy field. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 36 : 303-308.

Lee, S. W., S. W. Kang, D. Y. Kim, N. S. Seong, and H. W. Park. 2004. Comparison of growth characteristics and compounds of ginseng cultivated by paddy and upland cultivation. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 12 : 10-16.

Lee, S. W., G. S. Kim, B. Y. Yeon, D. Y. Hyun, G. S. Hyun, Y. B. Kim, S. W. Kang, and Y. C. Kim. 2009. Comparison of growth characteristics and ginsenoside contents by drainage classes and varieties in 3-year-old ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 17 :

- 346-351.
- Park, B. G., T. H. Jeon, and Q. S. Ho. 1994. Status of farmers' application rates of chemical fertilizer and farm manure for major crops. *Korean Society of Soil Sci. and Fert.* 27 : 238-246.
- Qingsong, Z., K. Jie, Z. Li, Z. Hu, J. S. Wu, and G. S. Zhou. 2017. The effect of sowing depth and soil compaction on the growth and yield of rapeseed in rice straw returning field. *Field crops research.* 203 : 47-54.
- Rahman, M. and Z. K. Punja. 2005. Factors influencing development of root rot on ginseng caused by *Cylindrocarpon destructans*. *Phytopathology.* 95 : 1381-1390.
- Seong, B. J., M. G. Jee, K. S. Lee, S. I. Kim, H. H. Kim, and J. W. Cho. 2020. Effects of sowing method on growth of directed seeding cultivation Ginseng in paddy fields. *Korean J. Crop Sci.* 65 : 151~155.
- Yang, S. K., Y. W. Seo, S. K. Kim, B. H. Kim, H. W. Kim, K. J. Choi, Y. S. Han, and W. J. Jung. 2014. Changes in physical properties especially, three phases, bulk density, porosity and correlations under no-tillage silt loam soil with ridge cultivation of rain proof plastic house. *The Korean Journal of Soil Sci. Fert.* 47 : 225-234.
- Yang, S. K., G. H. Sin, H. K. Kim, H. W. Kim, K. J. Choi, and W. J. Jung. 2015a. Effects of No-Tillage and Split Irrigation on the growth of Pepper Organically Cultivated under Plastic Film Greenhouse Condition. *The Korean J. Organic Agri.* 23 : 781-796.
- Yang, S. K., G. H. Sin, H. K. Kim, H. W. Kim, K. J. Choi, and W. J. Jung. 2015b. Changes of chemical properties and correlation under no-tillage silt loam soil with ridge cultivation of plastics film greenhouse condition. *The Korean Journal of Soil Sci. Fert.* 48 : 170-179.
- Yang, S. K. and W. J. Jung. 2016. Non-Tillage agriculture of korean-type on recycled ridge I. Changes in physical properties : soil crack, penetration resistance, drainage, and capacity to retain water at plastic film greenhouse soil by different tillage system. *The Korean J. Organic Agri.* 24 : 699-717.
- Won, J. Y. and J. S. Jo. 1999. Farm study of direct seeding cultivation of the korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean Journal of Medicinal Crop Science.* 7 : 308-313.