

고랭지 盛土地에서 제오라이트 處理가 감자生育과 土壤特性 變化에 미치는 영향

許奉九*[†] · 申觀容*

*高嶺地農業試驗場

Changes of Potato cv. Superior Growth and Soil Properties in Highland Mounding-soil by Treatment of Zeolite

Bong-Koo Hur*[†] and Kwan-Yong Shin*

*National Alpine Agricultural Experiment Station, RDA, Pyongchang 232-955, Korea

ABSTRACT : This study was conducted to investigate the changes of potato growth and soil properties in highland mounding-soil. Experimental plot was designed with control, chemical improvement and zeolite+chemical improvement plots. Mounding-soil was low in organic matter and phosphate contents, and that soil texture was loamy sand soil. The growth and yield of potato were highest in the zeolite treatment plot. Yield of that increased by 3.7% than control plot. Increasing ratios of potato tubers decreased at 60~70 days after planting. Increasing ratio of zeolite plot was higher than other treatment plots. After harvesting, the contents of soil organic matter increased by 12~125%, and those of phosphate were by 29~73% respectively. The manurial value of fused and superphosphate was higher than that of potassium chloride.

Keywords : potato, mounding-soil, highland, zeolite, soil properties.

감자는 1824년에 처음으로 우리나라에 도입되어 주로 食用으로 이용되다가 1980년대 이후에는 다양한 加工用 식품들이 개발되어 소비가 증가하면서 재배면적이나 생산량이 많아졌다. 또한 최근에는 지역별 재배환경에 맞는 여러가지 감자栽培作型的 개발로 고랭지나 난지, 평야지 및 시설하우스안에서도 감자를 재배하므로써 周年生産이 가능해졌으며 일부지역에서는 겨울철 농한기때 시설재배로 농가의 소득을 높이는 고소득 작물로 각광을 받고 있다(Horton, 1987; Kim, 1999; 農村振興廳, 1998).

고랭지는 好冷性 작물인 감자의 생육기간중 기온이 평지보다 서늘하여 재배에 적당한 환경조건을 갖추고 있으며 진딧물

등 각종 병해충도 적어 감자 採種地로 많이 활용되며 주로 여름재배를 한다(高嶺地農業試驗場, 1999; Kim *et al.* 1991; wheeler & Tibbitts, 1986). 그러나 고랭지의 포장은 대부분 傾斜가 심한 지대에 위치하여 양분이나 수분의 流失이 많고 관개나 농작업의 기계화가 곤란하며 경작지 면적도 비교적 소규모다(尹, 1997). 적은 면적을 확대하기 위해 경사가 심하거나 자갈이 많은 곳을 盛土하여 토지이용도를 높이고 작물증산을 위해 유기물 增施 등 여러가지 土壤改良法(Hur, 1992)을 사용한다. 그러나 고랭지 농업환경에 잘 적응하는 경제성 있는 작물이 많지 않고 作目이 단순하여 감자, 옥수수 및 배추 등을 매년 연작하고 있으며 한정된 작물의 계속되는 경작으로 인한 連作 피해를 받을수도 있다. 그에 대한 대책으로 지역에 따라서는 2~3년 간격으로 윤작체계를 도입하는 경우도 있으나 경제성 있는 작물이 없을 경우 대부분의 경작자는 유기질 비료를 增施하거나 포장에 盛土를 하여 매년 감자를 재배하고 있다. 그러나 연작시에는 작물수량이 낮아지고 유기질비료의 過多施用은 생산비를 상승시켜 수익성을 낮게 한다.

본연구는 고랭지에서 母材土로 盛土한 포장에서 감자를 재배하면서 생육과 토양변화를 조사하고 수확후 토양의 비옥도 증진정도를 파악하여 早期에 熟田化시킬수 있는지를 보고자 하였다.

材料 및 方法

본시험은 해발 600 m이상되는 고랭지에서 인근 야산 절단면에서 채취한 母材土로 1.5 m정도 높게 盛土한 포장에서 감자품종 秀美의 切片種薯 150 kg(1.5톤/ha)을 휴간 75 cm,주간 25 cm로 5월 6일에 直播하여 9월 8일에 수확하였다. 성토시 사용한 盛土源은 Table 1과 같이 토양의 이화학성이 낮고 모래가 많은 壤質砂土이었다.

[†]Corresponding author: (Phone) +82-374-330-7830 (E-mail) bkhur@naaes.go.kr

<Received April 29, 2000>

Table 1. Soil physico-chemical properties of mounding-soil just before planting.

pH (1:5)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	K	Ca	Mg	Na	CEC	LR (kg)	Texture (USDA)
					----- (cmol ⁺ /kg) -----				
6.7	4	67	0.12	7.9	1.3	0.1	7.8	65	Loamy sand

Table 2. Potato growth by different soil treatments at 70 days after planting.

Treatment [†]	Stem length (cm)	Top weight (g/plant)	Leaf area (cm ² /plant)	Weight of			T/R ratio
				dry matter	tuber	root	
				----- (g/plant) -----			
Control	45.3a [‡]	239.4a	4,110a	20.5a	340.1a	6.5a	69.1
Chem.	49.8b	252.5b	4,122a	21.7a	353.9a	6.5a	70.1
Zeolite	51.5b	269.1b	4,460c	22.9b	372.2c	7.0ab	70.9

[†]Chem. : Chemical improvement, Zeolite : Zeolite+chemical improvement.

[‡]DMRT at 5% level.

시험처리는 퇴비와 3요소를 표준시비하는 관행구와 인산흡수계수 5%, 칼리포화도 5% 해당량을 사용한 화학성개량구 및 제오라이트 20톤/ha+화학성개량구의 3처리로 하였다. 표준시비량은 질소-인산-칼리를 ha당 120-150-180 kg으로 하여 퇴비 15톤/ha과 함께 주량 基肥로 사용하였다. 생육 및 병발생조사는 農事試驗研究調查基準(農村振興廳, 1995)에 따라 조사하였다. 엽면적은 LI-COR Model LI-3100으로 측정하였고 토양이화학성의 분석은 농업과학기술원의 土壤化學分析法에 준하여 분석하였다.

結果 및 考察

감자 生育 및 收量性

감자는 파종후 20~30일경부터 지상으로 출현하기 시작하여

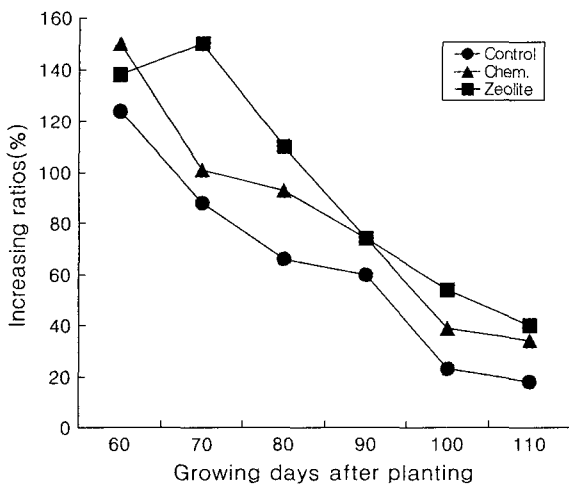


Fig. 1. Changes of increasing ratios of potato tubers at the days after planting.

40일후에 開花하기 시작하므로 이때 종서의 저장기간이나 온도와 파종깊이나 토양수분상태가 出現率의 균일도를 좌우한다 (Gregory, 1965; Loon, 1987). 수량과 직결되는 괴경의 肥大는 출아 20일후에 시작되어 거의 황엽기까지 계속되므로(高嶺地農業試驗場, 1999) 파종후 70일경 생육이 가장 왕성한 시기에 감자의 생육을 조사한 결과는 Table 2와 같은데 다른구에 비해 제오라이트 처리구가 草長이 길었으며 地上部의 생육이 좋았는데 엽면적도 주당 4,460 cm²로 가장 넓었다. 塊莖重은 주당 372.2 g으로 이때 수확한다면 수량은 ha당 17.4톤이 예상된다.

그러나 塊莖의 肥大는 파종후 70일을 전후하여 증가율이 낮아지는데 Fig. 1과 같이 수확시기인 110일까지는 계속 낮아졌다. 그러나 다른 처리구에 비하여 제오라이트를 사용한 구에서는 70일 이후부터 낮아졌으며 수확시까지 괴경 비대율도 다른 처리구보다 높았다. 이는 제오라이트가 토양중에서 양분이나 수분의 保有力이 높아 필요한 양수분의 공급으로 감자의 塊莖 肥大期間이 길어졌다는 것을 의미하며 제오라이트의 처리는 생육기간이 120일 내외인 만생종 감자재배에 유리하다는 것을 알수있다. Hur *et al*(1989a)은 신개간지에서 청예용옥수수 재배시 제오라이트 사용량을 ha당 0, 5, 10, 15톤씩 사용하여 수량이 3~37% 증수되었으며 양이온치환용량과 耐水性粒團이 증가되었고 土壤硬度가 감소하여 옥수수 재배 토양환경

Table 3. Potato yields and potato blight disease occurrence at 120 days after planting.

Treatment	Tuber yield(ton/ha)			Yield index	Potato blight (0~4)
	Total(A)	Over 80g (B)	B/A		
Control	19.97a [†]	17.14a	0.858	100.0	1
Chem.	20.25ab	17.68b	0.873	101.4	1
Zeolite	20.71b	18.35c	0.886	103.7	1

[†]DMRT at 5% level.

Table 4. Changes of soil properties after potato harvesting.

Treatment	pH (1:5)	OM (g/kg)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	------(cmol ⁺ /kg)-----				
				K	Ca	Mg	Na	CEC
Control	7.2a [†]	4a	87a	0.15a	6.8a	1.2a	0.2a	8.2a
Chem.	7.1a	9b	91a	0.18a	7.1a	1.3a	0.2a	8.3a
Zeolite	7.1a	9b	116c	0.28c	7.1a	1.4b	0.2a	8.6c

[†]DMRT at 5% level.

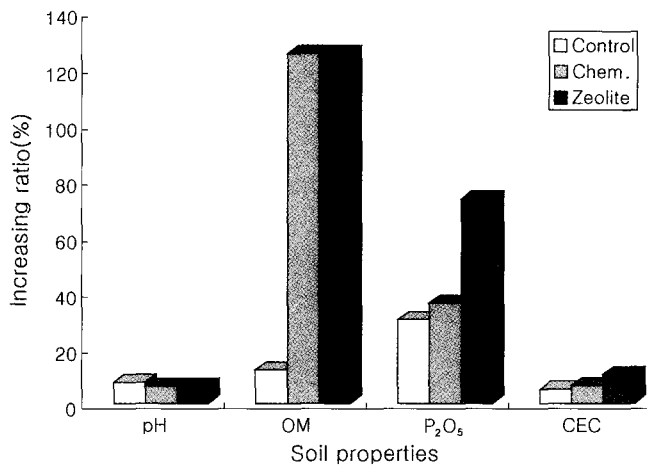


Fig. 2. Increasing ratios of soil properties after potato harvesting.

이 좋아졌다고 보고했으며, 사양토에서 콩을 재배시 제오라이트 10, 20톤/ha 시용으로 6~10% 수량 증수 및 토양 保水力의 증가와 용적밀도가 낮아졌음을 보고(Hur *et al.* 1989b)한바 있다.

Table 3은 파종후 120일인 수확기때의 괴경 수량과 疫病 發生상황을 본것인데 처리별로는 지상부 생육이 좋았던 제오라이트 처리구의 괴경수량이 20.7톤/ha으로 관행구에 비해 3.7%增收되었고 괴경 크기 80 g이상의 商品率도 88.6%로 높았다. 처리간에 괴경수량에 대한 有意性도 인정되었다. 감자의 재배 기간중 생육에 막대한 피해를 주는 바이러스병(Hahm, 1999)과 역병(Kim, 1999)중 바이러스병은 발생이 없었고 疫病 발생율은 미미했으며 처리간에 발병을 차이는 없었다.

土壤의 理化學性 變化

감자 收穫後 토양의 이화학성은 Table 4와 같다. 시험전에 비하여 有機物과 磷酸함량은 크게 증가하였으나 pH나 양이온치환용량은 큰 차이가 없었다.

Fig. 2는 토양이화학성의 增加率을 나타낸 것으로 시험전에 비하여 pH는 6~7.4%,유기물함량은 12~125%, 인산함량은 29.8~73.1%, 양이온치환용량은 5.1~10.2% 증가했다. 화학성개량구보다 제오라이트 처리구의 증가율이 높은것은 토양에 양이온치환용량이 높은 제오라이트 처리로 토양중 養分과 水分의 保有力이 增大된 결과로 보여진다. 또한 Fig. 3은 처리구별

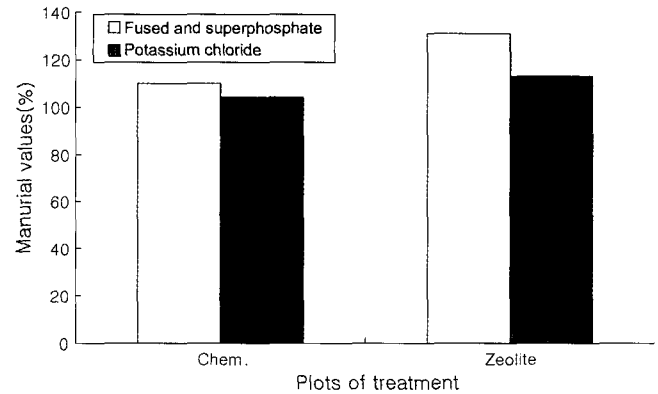


Fig. 3. Manurial values of chemical fertilizers by different treatments.

감자수량에 대한 肥效價를 본것으로서 두 처리 모두 용과린의 비효가가 亞硝化칼륨보다 높았으며 두 비료 모두 화학성개량구보다는 제오라이트구의 비효가가 높았다. 이는 시험구의 인산과 칼리함량이 熟田에 비하여 비교적 적었으나 토양중 인산함량이 칼리함량보다 감자의 생육 및 수량에 영향을 크게 미친다는 것을 의미한다. Kim *et al.*(1985)은 감자의 大地와 秀美 품종에서 파종후 80일과 90일 수확은 수량에 대한 가리질 肥種과 施肥水準간에 有意한 차이가 없었다고 보고한바 있다.

Kunkel & Holstad(1971)는 인산질비료가 감자괴경의 比重이나 品質 변화에 효과가 뚜렷하지 않다고 했으나 Human(1961)은 인산을 增施한 결과 괴경비중이 높아졌다고 보고했다. 이는 재배지 토양의 비옥도 정도에 따른 효과(Lucas *et al.* 1954)이며 인산함량이 크게 부족한 盛土地에서는 다른 비료보다 인산의 肥效價가 크게 나타난 것으로 생각된다.

감자는 토양의 비옥도가 높을수록 괴경수량이 증가되는 경향이 있는데 수확후의 토양의 肥沃度 정도는 일반 숙전에 비해 많이 낮으므로 토양의 유기물이나 인산함량을 크게 증대시킬수 있는 각종 改良劑나 改良法을 마련한다면 감자수량은 증수될수 있을 것이다.

摘 要

기후가 冷涼하고 토양의 流失이 많은 고랭지의 盛土한 포장에서 관행구, 화학성개량구, 제오라이트구 등 3개처리를 하여

감자를 재배한 결과 감자생육 및 토양특성 변화는 다음과 같다.

1. 성토재료는 壤質砂土로서 유기물과 인산함량 등 토양의 이화학적 성이 낮았다.
2. 감자생육은 제오라이트구에서 가장 좋았으며 수량도 관행구에 비하여 3.7% 增收되었으나 전국 平均收量에는 미치지 못하였다.
3. 감자 괴경의 肥大率은 파종후 60~70일후에는 증가율이 감소되는데 수확시까지 제오라이트 처리구의 괴경 비대율이 비교적 컸다.
4. 감자수확후 토양의 有機物과 磷酸含量은 시험전에 비해 크게 증가하였으며 처리구별로는 제오라이트 처리구가 컸다.

引用文獻

- 高嶺地農業試驗場. 1999. 감자총서. pp358. 三美印刷. 서울.
- Gregory, L. E. 1965. Physiology of tuberization in plants (Tubers and tuberous roots). *Encyclopedia Plant physiology*. 15:1328-1354.
- Hahm, Y. I. 1999. The perspective of seed potato program and potato virus diseases in Korea. Proceedings of the first Kangwon international potato symposium. pp.42-56.
- Horton, D. 1987. Potatoes: production, marketing and programs for developing countries. pp243. Westview press, USA.
- Human, J. J. 1961. The effect of fertilizer levels on yield and specific gravity of potatoes. *Biol. Abstr.* 39:278.
- Hur, B. K., I. S. Jo. and K. T. Um. 1989a. The soil improvement and plant growth on the newly-reclaimed sloped land. 1. Effects of vinyl mulching and zeolite application on silage corn. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 22(1):25-30.
- Hur, B. K., I. S. Jo. and K.T. Um. 1989b. Effects of soil conditioners application on the change of soil properties and soybean yield in a sandy loam soil. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 22(4):296-300.
- Hur, B. K. 1992. The effect of annual changes of soil physicochemical properties on the yield of soybean on the newly-reclaimed sloped land. *Res. Rept. RDA(S & F)* 34(2):25-29.
- Kim, B. S. 1999. Physiological and ecological characteristics and control of phytophthora infestans in Korea. Proceedings of the first Kangwon international potato symposium:180-188.
- Kim, K. K. 1999. Retrospect and prospect of research on potatoes in Korea. Proceedings of the first Kangwon international potato symposium. pp.20-29.
- Kim, S. Y., O.H. Ryu, B. H. Hahn, J. C. Chae. 1985. Effect of potassium sources and levels on the yield and quality of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 26(3):246-253.
- Kim, S. Y., J. G. Kim, M. S. Liem, H. M. Cho, J. C. Chae. 1991. Effect of growing condition on the dry matter content and yield of potato tubers. *Res. Rept. RDA(H)* 33(2):54-57.
- Kunkel, R and N, Holstad. 1971. Potato chip color, specific gravity and fertilization of potatoes with N-P-K. *Am. Potato J.* 49:43-62.
- Loon, C. Dvan. 1987. Effect of physiological age on growth vigor of seed potatoes of two cultivars. 4. Influence of storage period and storage temperature in growth and yield in the field. *Potato Res.* 30:441-450.
- Lucas, R. E., E. J. Wheeler and J. F. Davis. 1954. Effect of potassium carriers and phosphate-potash ratios on the yield and quality of potatoes grown in organic soils. *Am. Potato J.* 3:349-352.
- 農村振興廳. 1995. 三訂 農事試驗研究調查基準. p415-422. 수원.
- 農村振興廳. 1998. 감자 · 고구마(전업농교육교재). p3-73. 수원.
- Wheeler, R. M. and T. W. Tibbitts. 1986. Utilization of potatoes for life support systems in space. 1. Cultivar-photope-riod interactions. *Am. Potat. J.* 63:315-323.
- 尹眞河. 1997. 원예재배의 기계화 현황과 발전방향. 원예농업의 기계화기술 과제와 발전방향 심포지엄. pp.77-105.