

칼슘施肥가 감자品種 ‘大西’의 內部褐色斑點 發生에 미치는 影響

金賢準¹⁾, 張光鎮²⁾, 金鶴起³⁾

¹⁾高嶺地農業試驗場, ²⁾韓國農業專門學校 特用作物科, ³⁾江陵大學校 生命科學大學 園藝學科

Effects of Calcium Fertilization on the Occurrence of the Internal Brown Spot in *Solanum tuberosum* cv. Atlantic

Hyun-Jun Kim¹⁾, Kwang-Jin Chang²⁾ and Hak-Ki Kim³⁾

¹⁾Dept. of Potato Division, Alpine Agricultural Experiment Station, RDA, Pyongchang 232-950, Korea

²⁾Dept. of Industrial Crop, Korea National Agricultural College, RDA, Hwasung 445-890, Korea

³⁾Dept. of Horticulture, Kangnung National University, Kangnung 210-702, Korea

ABSTRACT

Effects of calcium on the total tuber yield, dry matter content, internal brown spot and hollow heart of a processing potato cv. Atlantic were investigated to obtain some basic informations in summer cropping. The occurrence rate of the internal brown spots in cv. Atlantic tubers were highly decreased with the significant differences in the Ca-treated plots compared to the Ca-nontreated plots. However, no significant differences amongs Ca-treated plots were shown. Plant height and the number of main stems were not affected by the changes of the calcium levels, but top fresh weight was the highest in the plots of Ca(200kg/ha) level. In addition to its total yield, dry matter content, hollow heart was not affected by calcium fertilization. Therefore, the causal factor of the internal brown spot is attributed to the calcium deficiency in the tubers of cv. Atlantic.

Key words : potato, hollow heart, calcium deficiency, dry matter content

서 언

국내의 감자칩 소비가 증가되면서 칩가공용 감자品種 育成에 주력해 온바 收量, 乾物含量 및 品質이 우수한 大西(Atlantic) 품종이 선발되었으며 현재 우리나라의 감자칩 제조용 원료감자 수요량의 95% 이상을 차지하고 있다(張, 1997). 그러나 고랭지 夏作栽培時 大西品種에서 內部褐色斑點 현상이 25% 이상 나타나 감자를 재배하는 농민이나 가공회사에게 심각한 손실을 주고있다(홍, 1996; Kim, 1994). 內部褐色斑點은 작고 둥글거나 불규칙적인 연한 갈색 또는 적갈색의 반점들이 신선한 괴경내에 분산되어 있으며, 절단하기전에는 알 수 없는 어려움이 있다(Atanasoff,

1926; Rich, 1983). 또한 內部褐色斑點(internal brown spot)은 학자에 따라 內部褐變化(Internal browning), 내부동녹반점(Internal rust spot), 生理的 內部 壞疽(Physiological internal necrosis), 초콜릿 斑點(Chocolate spot), 내부 갈색 무늬(Internal brown flock) 등 다양한 명칭과 여러 가지 원인으로 보고되고 있어(Collier 등, 1978; Kamal과 Marroush, 1971; Larsen과 Albert, 1945; Seppanen, 1975; Wolcott과 Ellis, 1956) 혼동을 주고 있는 실정이다. 이 생리장애의 주된 원인은 高溫, 無機養分缺乏 등으로 보고되어 있으며(Friedman, 1955; Iritani 등, 1984; Kratzke와 Palta, 1986) 특히 무기양분 중 Ca과 관계가 있는 것으로 알려져 있다(Bangerth, 1979). 따라서 新品種 大西에 있어 칼슘시비가 內部褐色斑點발생에 미치는 영양과 아울러 급속한 괴경

비대조건에서 많이 발생되는 中心空洞발생의 영향을 구명코자 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험은 江原道 平昌郡 高嶺地 農業試驗場 圃場에서 감자 칩가공용인 大西(Atlantic)를 供試品種으로 Ca 수준을 달리하여 수행하였다. 栽植距離는 畦間을 75cm로 하고 株間을 25cm로 하였으며, 칼슘원은 CaCO₃로 하여 ha 당 0, 100, 150, 200kg 등의 4수준을 全量基肥로 주었다. 그리고 窒素, 磷酸 및 加里는 ha 당 각각 150kg, 180kg, 120kg, 퇴비 15 M/T 을 사용하였으며 처리후 供試土壤의 化學的 特性은 표1과 같다. 시험구 배치는 亂塊法 3반복으로 구당 80주씩 1995년 5월 4일 播種하였다. 內部褐色斑點 發生率은 播種 후 90, 100, 110, 120일 등 4회 收穫하여 조사하였으며 總薯收量, 生育, 中心空洞 등의 조사도 병행하였다. 生育, 收量調査는 農事試驗研究調査基準(農村振興廳, 1995), 土壤 및 塊莖分析은 土壤分析法(農業技術研究所, 1988)에 준해 실시하였다.

Ca 68kg/ha 시용으로 무처리 27.2%를 18.6%로 발생을 줄일 수 있다는 보고와 비슷한 경향이였다. 칼슘은 植物細胞나 細胞膜의 안정성에 중요한 역할을 하며 食物體 物質代謝過程에서도 관여한다(Hooker, 1981). 특정 감자 품종에서 Ca결핍시에는 細胞膜 기능을 손상시킨다는 Simmon 등(1988)의 주장과 연관지어 볼 때 무칼슘구에서 內部褐色斑點 發生이 높은 원인은 상기와 같은 이유로 皮경내 細胞組織形成에 나쁜 영향을 주는 것으로 생각되어졌다. 이와 같은 현상은 다른 작물에서도 나타나는데 사과에서의 苦痘病, 토마토에서의 배꼽썩음병, 상추의 잎 끝마름 현상도 칼슘결핍에 의해서 나타나는 것으로 밝혀졌다(Shear, 1975). 수확시기별 內部褐色斑點發生率을 보면 90일 수확에서는 각 처리간 2.6~2.8%로 큰차이가 없었으나 100일 이후부터는 처리간 유의차가 있었다. 최근 Olsen(1996)의 실험에서 內部褐色斑點은 塊莖形成 초기부터 생성된다고 하였는데 본 실험에서는 100일 이후에 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 內部褐色斑點 發生과 皮경의 크기는 밀접한 正의 상관이 있는데(Nelson, 1967), 그림2의 수확시기별 수량성과 연

Table 1. Chemical properties of the soils before the experiment.

Calcium level(kg/ha)	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (ppm)	Ex.cations(me/100g)			EC (me/100g)
				Ca	Mg	K	
0	5.32	0.89	357	5.35	2.50	0.37	1.20
100	5.34	1.78	482	5.42	2.41	0.36	1.39
150	5.47	0.58	452	5.68	2.43	0.39	1.42
200	5.70	1.03	664	5.93	2.41	0.30	1.36

결과 및 고찰

칼슘시비에 따른 內部褐色斑點發生率을 보면(그림1) 파종후 120일 무처리구에서 10.8%의 발생율을 보인데 반해 100kg/ha구가 4.8%, 150kg/ha구가 4.0%, 200kg/ha구가 3.2%로 칼슘처리구간에는 유의성을 인정할 수 없었으나 무처리구와 칼슘처리구간에는 內部褐色斑點發生率에 커다란 차이를 볼 수 있었다.

이는 Clough(1994)에 의하면 Russet Burbank 품종을 대상으로 內部褐色斑點의 Ca시용 효과시험에서

관지어 볼 때 總薯收量이 100일 이후에 급격히 증가하는 것으로 보아 皮경이 커짐에 따라 內部褐色斑點 發生도 함께 증가하는 것으로 판단되었다. 또한 이 시기의 大關嶺 高冷地 기온 변화를 보면 파종후 100일경이 8월 상순에 해당하며 이 시기는 급격히 온도가 상승하는 시기이기 때문에 高溫으로 더욱 발생을 조장(Wolcott와 Ellis, 1959)시켰던 것으로 생각되어진다.

칼슘이외에 內部褐色斑點 發生과 관련된 환경적 요인은 高溫과 土壤濕도가 주요인이며(Friedman, 1955), Ca는 溶解度가 낮고 토양과 반응후 植物生育에 영향

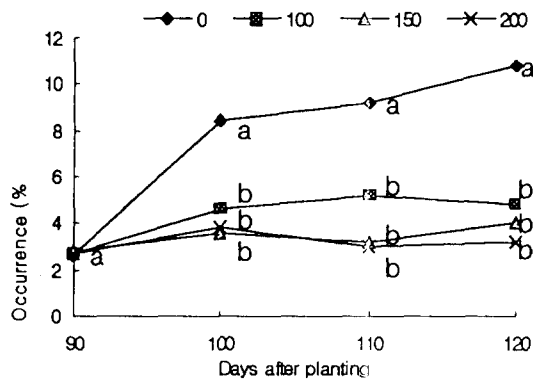


Fig. 1. Frequency of the occurrence of internal brown spots as influenced by different calcium level at 4 different harvesting dates in potato cv. Atlantic.

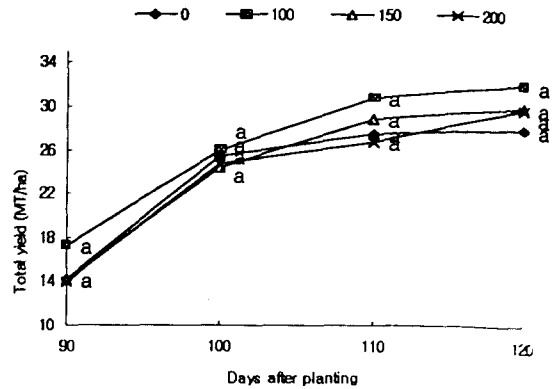


Fig. 3. Frequency of the occurrence of hollow heart as influenced by different calcium level at 4 different harvesting dates in potato cv. Atlantic

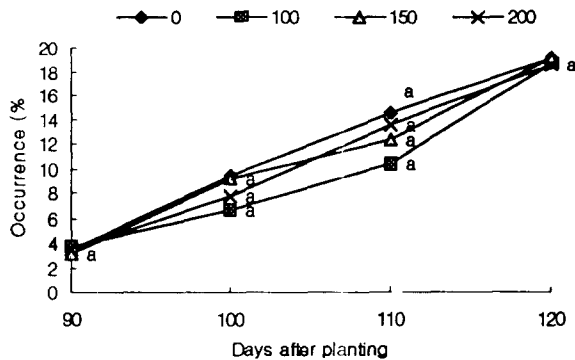


Fig. 2. Changes of the total yields of potato cv. Atlantic as influenced by different calcium levels at 4 different harvesting dates.

을 미치므로(Kratzke와 Palta, 1986) 결국 고온으로 토양 내에서 Ca흡수가 방해받을 것으로 생각되었다. Laccasio(1992)는 播種前 칼슘시비량이 0에서 900kg/ha까지 증가함에 따라 토양내 칼슘함량이 선형으로 증가한다고 하였으나 본 결과에서는 선형적인 증가는 보이지 않았으며, 표1의 토양 분석치에서 보는 바와 같이 시험구내 Ca성분의 절대량은 부족되지 않으나 표 2에서의 피경내 Ca함량은 정상피경의 Ca함량 0.043~0.086g(Kratzke와 Palta, 1986)에 비해 낮은 수치를 보인 것도 또 하나의 이유라고 볼 수 있다.

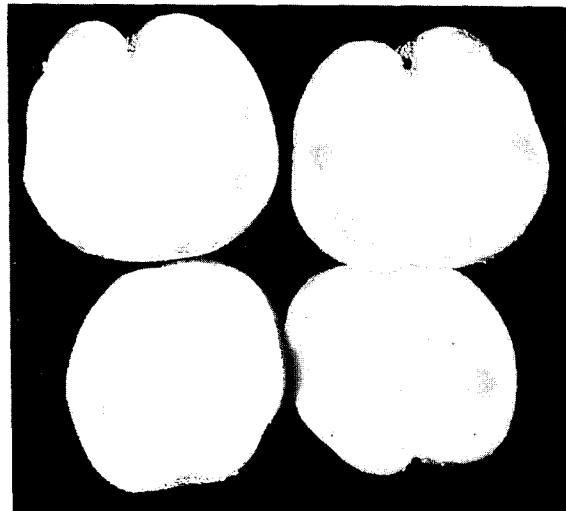


Fig. 4. Cross section of a Atlantic tuber from a low calcium treatment showing typical symptoms of internal brown spot

한편 재배환경이나 무기영양성분에 의해 주로 지배를 받는다는 中心空洞증상(Nelson, 1967)도 병행하여 조사하였는데(그림3) 칼슘의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 그러나 만기수확에서 어느 처리에서나 20% 가까이 발생되어 大西品種이 中心空洞에서 매우 약한 품종으로 나타났다. 이와 같은 生理障害는 품종에 따른 영향이 가장 큰 것으로 보고되고 있다.

Table 2. Tuber Ca concentration of potato cv Atlantic as affected by Ca rates.

Ca level(kg/ha)	0	100	150	200
Concentration (% per dry wt.)	0.017	0.021	0.023	0.023

며(Webb 등, 1979) 토양내 무기성분중 K에 의해 다소 감소시킬 수 있다는 가능성이 제기되었다(Nelson, 1967).

酸性土壤에서 감자수량을 증가시키려면 Ca이 필요하며(Tzeng 등,1986), Simmon 등(1988)은 토양내 Ca함량이 250~350 mg/kg 농도까지는 수량이 증가한다고 주장하였으나 본 시험결과에서는 무처리구와 처리구간에 수량차이가 다소 있었으나 유의한 차이는 인정할 수 없었다(그림2). 국내 감자재배의 경우 높은 토양 pH에서 발병이 심한 더탱이병으로 인하여 칼슘의 주성분인 석회시용은 되도록 삼가되어왔다(農村振興廳, 1993). 그러나 일부 보고에 의하면 ha 당 95kg 시용으로 수량증수가 된다고 하며(Simmon과 Kelling, 1987), 葉面施肥로도 10%이상 수량증대가 된 경우도

있다(Tzeng 등,1986).

그리고 Ca처리에 따른 생육상을 보면(표3) 괴경내 內部褐色斑點(그림4)같이 지상부 앞에서는 칼슘의 결핍증상은 보이지 않았으며 초장에서 Ca영향이 없었다. 그러나 生體重에서는 Ca(200kg/ha)구에서 가장 높게 나타나 유의성이 인정되었는데, 이와 같은 이유로 Collier 등(1978)은 Ca시비로 식물체 營養生長을 지속시키는 효과라고 보고한 바 있다. 감자칩제품 제조시 품질의 중요한 척도인 乾物含量(Reeve 등, 1970)도 Ca처리간에는 유의차가 없는 것으로 나타났으며 칼슘의 양의 증가에서도 영향을 받지 않았다. 그러나 Bangerth(1979)는 乾物含量이 높은 품종이 낮은 품종보다 內部褐色斑點 발생이 높다고 제안을 하였는데 본 供試品種인 大西는 표4의 4처리 평균 모두 18.6이상

Table 3. Effect of different calcium levels on the emergence rates and top growth of potato cv. Atlantic.

Calcium level (kg/ ha)	Emergence rate(%)	Plant height (cm)	No. of main stem (per plant)	Top fresh weight (g/plant)
0	95a	53a	2.1a	532b
100	96a	48a	2.2a	542b
150	96a	48a	2.1a	547b
200	95a	49a	2.2a	570a

* Mean separation in columns by Duncan's multiple range at 5% level.

Table 4. Changes of the dry matter content as influenced by different calcium levels at 4 different harvesting dates in potato cv. Atlantic.

Calcium levels(kg/ha)	Days after planting				Mean
	90	100	110	120	
0	17.5a	18.7a	19.2a	18.9a	18.6
100	17.7a	19.0a	19.2a	19.2a	18.8
150	17.8a	18.8a	18.7a	19.0a	18.6
200	17.4a	18.9a	18.7a	19.2a	18.6

* Mean separation in columns by Duncan's multiple range at 5% level.

으로 국내 6개 獎勵品種중 가장 높은 수치를 나타냄으로서(張, 1997) 乾物率과 內部褐色斑點 發生과는 상관성이 있는 것으로 생각되었다. 결론적으로 Ca처리에 의해 內部褐色斑點 발생을 경감시킬 수 있었으나 收量, 乾物率, 中心空洞 등은 차이가 없었다.

적 요

칼슘施肥량이 가공용 大西品種의 內部褐色斑點 發生에 미치는 영향은 다음과 같다. 칼슘시비구가 無處理區에 비해 內部褐色斑點 發生率이 상당히 감소되었으나 칼슘시비구간에는 시비량이 증가할수록 발생율이 감소하는 경향이나 유의성은 없었다. 칼슘시비에 따른 생육상을 보면 發芽率, 草長, 莖數등에서는 차이가 없었으나 生草重에서는 Ca (200kg/ha)구에서 가장 높게 나타났다. 한편 中心空洞率 發生率은 4처리 모두 16%이상 높은 발생율을 보였으나 칼슘의 영향을 거의 받지 않는 것으로 나타났다. 따라서 內部褐色斑點 發生은 괴경내에의 칼슘결핍과 관계가 있는 것으로 판단되어 대서품종 재배시 칼슘시비를 해야 발생율을 줄일 수 있을 것으로 판단되었다.

인 용 문 헌

- Atanasoff, D. 1926. Strain or internal brown spot of potatoes. *Phytopathology*. 16:711-722
- Bangerth, F. 1979. Calcium-related physiological disorders of plants. *Ann. Rev. Phytopathol.* 17:97-122
- Clough, G. H. 1994. Potato tuber yield, mineral concentration, and quality after calcium fertilization. *J. Amer. Socie. Hort. Sci.* 119:175-179
- Collier, G. F., Wurr, D. C. E., Huntington, V. C. 1978. The effect of calcium nutrition on the incidence of internal rust spot in the potato. *J. Agric. Sci. Cambridge* 91:241-243
- Ellison, J. H. 1952. Internal browning of potatoes as affected by date of planting and storage. *Amer. Potato J.* 29:241-252
- Friedman, B. A. 1955. Association of internal brown spot of potato tubers with hot, dry weather. *Plant Dis. Rep.* 39:37-44
- Hooker, W. J. 1981. Compendium of potato diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN. pp125
- Iritani, W. M., Weller, L. D., Knowles, N. R. 1984. Factors influencing incidence of internal brown spot in Russet Burbank potatoes. *Amer. Potato J.* 61:335-343
- Kamal, A. L., Marroush, M. 1971. Control of chocolate spot in potato tubers by foliar spray with 2-chloroethylphosphonic acid. *Hort. Science* 6:42-46
- Kim, H. Y., Kim, B. Y., Kim, J. K. 1994. Studies on the quality in processing potato as affected by cultivated condition. 5. Glucose content. *RDA. J. Agri. Sci.* 36(1):409-416
- Kratzke, M. G., Palta, J. P. 1986. Calcium accumulation in potato tubers: Role of the basal roots. *Hort. Sci.* 21(4):1022-1024
- Larsen, R. H., Albert, A. R. 1945. Physiological internal necrosis of potato tubers in Wisconsin. *J. Agric. Res.* 71:487-505
- Locascio, S. J., Bartz, J. A., Weingartner, D. P. 1992. Calcium and potassium fertilization of potatoes grown in north Florida. I. Effects on potato yield and tissue Ca and K concentrations. *Amer. Potato J.* 69:95-104
- Nelson, D. C. 1967. Effects of planting date, spacing and potassium on hollow heart in Norgold Russet potatoes. *Amer. Potato J.* 47:130-135
- Olsen, N. L., Hiller, L. K., Mikitzel, L. J. 1996. The dependence of internal brown spot development upon calcium fertility in potato tubers. *Potato Res.* 39:165-178
- Reeve, R. M., Hautala, E., Weaver, M. L. 1970. Anatomy and composition within potatoes. III. Gross compositional gradients. *Amer. Potato J.* 47:148-162
- Rich, A. E. 1983. Potato diseases. Academic Press. pp163
- Seppanen, E. K. 1975. Some observations on incidence of internal rust spot in 1973. *Potato Res.* 18:335
- Shear, C. B. 1975. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. *Hort. Science* 10:361-36
- Simmons, K. E., Kelling, K. A. 1987. Potato responses to calcium application on several soil types. *Amer. Potato J.* 64:119-136
- Simmons, K. E., Kelling, K. A., Wolkowski, R. P., Kelman, A. 1988. Effect of calcium source and application method

- on potato yield and cation composition. *Agron. J.*80:13-21
- Tzeng, K. C., Kelman, A., Simmons, K. E., Kelling, K. A. 1986. Relationship of calcium nutrition to internal brown spot of potato tubers and sub-apical necrosis of sprouts. *Amer.Potato J.*:63:87-97
- Webb, R. E., Wilson, D. R., Shumaker, J. R., Graves, B., Henninger, M. R., Watts, J., Frank, J. A., Murphy, H. J. 1979. Atlantic A new potato variety with high solids, good processing quality and resistance to pests. *Amer.Potato J.*55:141-145
- Wolcott, A. R., Ellis, N. K. 1956. Associated forms of internal browning of potato tubers in northern Indiana. *Amer.Potato J.*33:343-352
- Wolcott, A. R., Ellis, N. K. 1959. Internal browning of potato tubers: Varietal susceptibility as related to weather and cultural practices. *Amer.Potato J.*36:394-403
- 홍순기. 1996. 韓國 감자 産業의 現況 및 展望. 한국 씨감자 生産의 어제, 오늘, 내일. 심포지엄. 農村振興廳. pp1-14
- 張炳皓. 1997. 감자 百科. 先進文化社. pp286
- 農村振興廳. 1993. 감자 栽培. 標準榮農敎本. pp240
- 農村振興廳. 1995. 農事試驗研究調查基準
- 農業技術研究所. 1988. 土壤化學分析標
- (접수일 : 1997년 2월 10일)