

火山灰土에 있어서 磷酸施肥量이 단옥수수의 生育 및 收量에 미치는 影響

姜 榮 吉*

Effects of Phosphate Rate on Growth and Yield of Sweet Corn Grown in Volcanic Ash Soils

Young Kil Kang*

ABSTRACT : In 1986, at Cheju and Seoguipo, a sweet corn hybrid, Golden Cross Bantam 70, was grown at 5 phosphate rates (0, 8, 16, 24 and 32 kg/10a) to determine effects of phosphate rate on growth and yield of sweet corn and to recommend the optimum phosphate rate for sweet corn production in volcanic ash soils of Cheju province.

Days to silking were shortened 1 to 2 days by phosphate application of more than 16kg/10a. Culm length, ear height and fresh stover yield/10a did not differ between two locations, but linearly increased as phosphate rate was increased from 0 to 32kg/10a. Average length and weight of marketable ears were greater at Cheju than at Seoguipo and linearly increased as phosphate rate increased. The number of marketable ears per plant and per 10a did not differ between two locations, but quadratically increased as phosphate rate increased. The economic optimum phosphate rate estimated on the basis of the quadratic model, ranged 25.6 to 27.4kg/10a at various fertilizer-to-ear price ratios.

단옥수수가 우리나라에서 經濟作物으로 1973년 265 ha에서 재배되기 시작한 이래 초봄의 低溫期에 폴리에틸렌 필름을 이용한 保溫으로 早期栽培가 可能하여 果實 생산이 적은 5~7월중에 出荷할 수 있어 收益性이 높고, 국민소득의 향상으로 수요가 증대될 뿐만 아니라, 生育기간이 90~110일 정도로 짧아 作付體系上에도 유리하기 때문에 최근에 약 3,000 ha에서 재배되고 있다.⁹⁾ 단옥수수의 주요 栽培地域은 강원, 충북, 전남북, 경남 등지이나, 濟州道에 있어서도 단옥수수의 需要가 커질 것으로 보여지며, 단옥수수는 收穫後 澱粉合成과 호흡에 의해 糖의 소모로 맛이 떨어지므로⁶⁾ 육지부에서 단옥수수 搬入은 경제성이 적어 제주도에서 단옥수수 재배도 많아질 것으로 전망된다. 또한 단옥수수의 生育기간이 짧아 颱風이 불기 전에 收穫되므로 제주도에서 재배의 安定性도 있다.

Smyth & Cravo¹³⁾는 브라질 Amazon Oxisol 토양에서 10a당 磷酸施肥量을 0에서 35kg까지 증가시켰을 때 14kg까지는 인산시비량이 증가함에

따라 옥수수의 種實收量도 直線의으로 증가하였으나 그 이상 인산시비량을 증가시키더라도 수량 증가가 없었다고 하였다. 申等¹²⁾은 강원도 옥수수 지대에 있어서 適正磷酸施肥量은 품종간 큰 차이 없이 약 12kg/10a이었다고 하였다. 尹等¹⁵⁾은 1979년 濟州道の 中山間 火山灰土에서 옥수수의 適正磷酸施肥量 구명을 위한 시험을 시도하였으나 2회의 태풍피해로 적절한 성적을 얻을 수 없었다. 우리나라에 있어서는 단옥수수의 재배면적이 적을 뿐만 아니라 옥수수는 窒素에 비하여 磷酸에 대한 반응이 비교적 적기 때문에 磷酸施肥量에 따른 단옥수수의 生育 및 收量 반응이 국내에서 전혀 연구되어져 있지 않다.

濟州道の 火山灰土는 磷酸을 吸着·固定하는 능력이 대단히 크고 有效磷酸 含量이 낮아 磷酸의 肥效가 큰데¹⁴⁾ 火山灰土인 밭면적은 28,758 ha로 제주도 밭면적의 58%에 달한다.³⁾ 本 研究에서는 火山灰土에서 磷酸施肥量을 달리하였을 때 단옥수수의 生育, 이삭특성, 이삭수량 등을 조사하여 火山灰土

* 濟州大學校 農科大學(College of Agriculture, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea) <90. 11. 2 接受>

에 있어서 適正磷肥施用量을 밝히고자 하였다.

가 제시한 방법에 따라 산출하였다.

材料 및 方法

本 試驗은 1986年 濟州(濟州大學校 農과대학 부속농장; 濟州市 我羅洞)과 西歸浦(亞熱帶農業研究所; 西歸浦市 吐坪洞)에서 Golden Cross Bantam 70를 공시하여 실시하였다. 제주의 시험포장은 濟州 微砂質壤土로 有效磷肥 16ppm, 磷肥吸收係數 1,610mg/100g인 濃暗褐色 火山灰土였다. 서귀포의 포장은 南原 微砂質壤土로 有效磷肥 12ppm, 磷肥吸收係數 2,520mg/100g인 黑色 火山灰土였다. 이외의 化學的 特性은 表 1에서 보는 바와 같다.

處理는 磷肥施用量으로 10 a當 0kg에서 8kg 간격으로 32kg까지 5수준을 두었으며, 窒素와 加里施用量은 10a當 각각 15, 13kg이었다. 窒素는 尿素로, 磷肥는 熔成磷肥로, 加里는 鹽化加里로 하여 全量 基肥로 播種施肥하였다. 播種期는 제주와 서귀포에서 각각 4월 16일과 17일이었고, 畦間을 60cm, 株間을 25cm로 하여 2~3粒씩 點播하여 透明 폴리에틸렌 필름으로 멀칭하였다. 播種後 8일에 출아되었는데 3葉期에 1本 또는 2本(인접한 포기가 없을 경우)을 남기고 畝아 10a當 6,670本이 되도록 하였다.

구당면적은 5m 畦長에 4줄 심어 12m²였으며, 시험구는 亂塊法 4反復으로 배치하였다.

出絲期, 稈長, 着穗高 등은 농촌진흥청 농사시험 연구조사기준¹⁾ 옥수수편에 따라서 조사하였고, 出絲後 25일경에 區別로 가운데 부분의 3m씩 두 줄을 예취하여 이삭을 따내고 이삭의 포엽을 벗겨 着粒長이 10cm 이상인 商品性 있는 이삭을 대상으로 하여 이삭의 길이, 무게, 이삭수, 이삭收量 등을 조사하였다.

調査形質에 대하여 두 지역을 통합하여 분산분석하였다. 適正磷肥施用量은 시비량과 수량과의 관계가 2차 모델이 적합할 때에 Cerrato & Blackmer²⁾

結果 및 考察

試驗地域과 磷肥施用量에 따른 단옥수수 調査 形質의 自由度와 分散을 表 2에 나타내었다. 시험지역내의 反復間 지력 차이가 비교적 커서 이삭길이, 着粒穗長, 평균이삭무게만이 西歸浦에서 보다 濟州에서 有意性 있게 컸었다. 地域과 磷肥施用量 사이에 相互作用이 有意한 形質은 없었다. 그래서 두 지역사이에 有意한 차이가 있는 형질의 成績만을 지역별로 나타내었고 두 지역사이에 유의하지 않은 形質은 두 지역의 平均値를 나타내었다.

磷肥施用量에 따른 파종에서부터 出絲까지 일수(出絲日數), 稈長, 着穗高, 商品性 있는 이삭의 평균 길이 및 무게를 보면 표 3, 4와 같다. 磷肥가 부족할 때 옥수수의 생장과 성숙이 늦어 진다고 알려져 있는데¹⁾, 본 시험에 있어서도 磷肥施用量이 많아질수록 出絲日數가 짧아졌다.

本 試驗에 이용한 Golden Cross Bantam 70이 水原^{5,6)}, 慶山⁷⁾ 등지에서 재배되었을 때에 비하여 본 시험에서 稈長, 着穗高, 10a當 이삭수, 이삭 및 稈葉 收量 등이 현저히 적었는데, 이는 본 시험 토양이 火山灰土여서 지력이 낮은데 기인된 것 같다.¹⁴⁾ 稈長과 着穗高는 磷肥施用量이 10kg/10a 증가됨에 따라 각각 3.5, 2.3cm씩 커졌다.

이삭(cob) 길이와 着粒穗長은 磷肥施用量을 평균하였을 때 西歸浦에서 각각 14.7, 13.0cm였는데 비하여 濟州에서 각각 16.7, 14.3cm로 현저히 컸었다. 이삭길이와 着粒穗長 모두 시험지역에 관계없이 磷肥施用量이 많아질수록 직선적으로 증가되는 경향을 보였고 着粒穗長에서 증가 정도가 커서 磷肥가 부족할 때 이삭(cob) 발육보다 受精과 種實 發育이 더 크게 저해됨을 보여 주고 있다.¹⁾ 이삭무게도 이삭길이와 같은 반응을 보여 磷肥施用量을 평균했을 때 濟州에서 166g이었는데 비하여 西歸浦에서 137g에 불과하였고 인산시비량이 많을수록 무게워

Table 1. Chemical properties of surface soil(0-30cm) for the two trial locations.

Location	pH (1:5)	Organic matter %	Avaible phosphate ppm	PAC ¹⁾ mg/100g	Exchangeable Cations			Cation exchange capacity
					K	Ca	Mg	
					me/100g			
Cheju	5.1	7.6	16	1610	0.5	0.8	0.6	10.3
Seoguipo	5.6	11.4	12	2520	0.4	1.1	0.5	12.5

¹⁾ Phosphate (P₂O₅) absorption coefficient.

Table 2. Degree of freedom and mean squares from analysis of variance for various agronomic characters of a sweet corn hybrid grown at two locations as affected by phosphate rate.

Source of variation	df	Days to silking	Culm length	Ear height	Ear length	Filled ear length
Location (L)	1	18.23	167.7	14.64	41.21**	17.42
Reps. within location	6	8.19	178.2	67.99	0.70	2.52
Phosphate rate (PR)	4	9.95**	175.0**	70.53	0.69	2.97
Linear	1	35.11**	656.7**	267.55**	2.15	10.73
Quadratic	1	1.51	37.7	3.98	0.11	0.12
Residual	2	0.87	2.8	5.30	0.25	0.51
L x PR	4	1.66	9.9	7.36	0.14	0.26
Pooled error	24	2.11	18.4	8.17	0.29	0.60

Source of variation	df	Ear weight	No. of ears/plant	No. of ears/10a	Ear yield	Stover yield
Location (L)	1	8294.4*	0.0062	281401	235929	19316
Reps. within location	6	911.5	0.0495	2226665	88749	296428
Phosphate rate (PR)	4	632.4**	0.1046**	4710689**	176729**	359076**
Linear	1	2132.1**	0.3315**	14863466**	587902**	1378125**
Quadratic	1	70.7	0.0777*	3586802*	95356**	49813
Residual	2	163.4	0.0093	196245	11830	4182
L x PR	4	56.0	0.0073	324022	7759	3491
Pooled error	24	147.9	0.0114	509197	19867	29630

*** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

Table 3. The number of days from planting to silking, culm length, ear height and marketable husked ear length of a sweet corn hybrid as affected by phosphate rate.¹⁾

Phosphate rate	Days to silking	Culm length	Ear height	Ear length		Filled ear length	
				Cheju	Seojuipo	Cheju	Seojuipo
kg/10a				cm			
0	67.0	95	19.1	16.2	14.6	13.4	12.3
8	67.0	102	20.2	16.7	14.4	13.9	12.7
16	66.4	103	23.4	16.4	14.5	14.0	13.0
24	65.1	107	25.2	17.1	14.9	15.2	13.4
32	64.6	107	25.7	17.1	15.0	14.9	13.5
Coefficients of regression equations relating phosphate rate							
Intercept	67.4	97	19.1	16.3	14.4	13.4	12.4
Linear	-0.084	0.35	0.23	0.028	0.016	0.054	0.039
r ²	0.91	0.92	0.95	0.73	0.63	0.83	0.97

¹⁾ Only means of two locations Cheju and Seojuipo for days to silking, culm length and ear height are presented since location and location x phosphate rate interaction are not significant at the 0.05 probability level.

지는 경향을 보였다.

株當 및 10 a當 商品性 있는 이삭수, 10 a當 商品性 있는 이삭 및 生稈葉 收量은 표 4에서 보는 바와 같다. 옥수수의 株當 이삭수는 交雜種, 栽植密度, 無機營養 등에 의해서 영향을 받으며, 다이삭성 (prolific) 交雜種이 單穗性인 交雜種보다 재배환경이 불량할 때에도 이삭 발육이 양호하다.^{4,10)} 본 시험에 이용한 交雜種은 보통 1주에 1개의 이삭이 발육되는 품종이었는데, 주당 이삭수는 두 지역 사이에 유의한 차이가 없었고 無磷酸區에서 두 지역

평균 0.56 개였던 것이 磷酸施肥量이 24 kg/10 a로 증가됨에 따라 0.83 개로 크게 많아졌다. 그러나 磷酸施肥量이 24 kg/10 a 이상에서는 주당 이삭수가 더 이상 증가하지 않았다. 10 a당 이삭수는 재식밀도가 같을 때 주당 이삭수에 좌우되는데, 주당 이삭수에서와 같이 두 지역 사이에 유의한 差異는 보이지 않았고, 磷酸施肥量이 많아짐에 따라 二次曲線的인 증가를 보였다. 10 a당 磷酸施肥量과 10 a당 이삭수와의 二次回歸式(표 4)을 이용하여 가장 많은 이삭수(5,519/10 a)를 보이는 磷酸施肥量을 추정

Table 4. Average marketable ear weight number of marketable ears per plant and 10a and marketable ear and stover yields of a sweet corn hybrid as affected by phosphate rate.¹⁾

Phosphate rate	Ear weight		No. of ears/plant	No. of ears/10a	Ear yield	stover yield
	Cheju	Seoguipo				
kg/10a	— g/ear —					— kg/10a —
0	157	126	0.56	3748	532	998
8	160	130	0.67	4479	646	1158
16	164	139	0.81	5382	832	1340
24	180	145	0.83	5521	864	1460
32	169	147	0.81	5382	851	1503
Coefficients of regression equations relating phosphate rate						
Intercept	157	126	0.56	3683	516	1029
Linear	0.57	0.71	0.021	143.3	25.3	19.4
Quadratic	NS	NS	-0.00041	-2.80	-0.46	NS
r ² or R ²	0.61	0.96	0.98	0.98	0.97	0.96

¹⁾ Only means of two locations Cheju and Seoguipo except for ear weight are presented since location and location x phosphate rate interaction are not significant at the 0.05 probability level.

하면 25.6 kg/10a 였다.

단옥수수는 통조림 또는冷凍 등으로 가공하여 이용하기도 하지만 우리 나라에서는 주로 풋옥수수를 삶거나 구어서 간식용으로 이용되고 있어서 단옥수수 粗收量은 出荷時期, 이삭크기, 이삭수 등에 의해서 결정된다.^{7,9)} 출하시기가 같을 때 10a 당 粗收量과 이삭무게와는 고도의 유의한 正의 相關이 있기 때문에⁷⁾ 본 연구에서는 10a 당 이삭무게를 이삭수량으로 보았다. 10a 당 이삭收量은 磷酸施肥量에 관계없이 西歸浦에서 보다 濟州에서 많은 경향이 있으나 지역내 反復間 차이가 커서 두 지역 사이에 유의한 차이는 보이지 않았다. 두 지역을 평균한 10a 당 이삭收量은 磷酸施肥量이 많아짐에 따라 二次曲線的인 增加를 보였다. 磷酸施肥量과 이삭收量과의 二次回歸式(표 4)에서 最大 이삭收量(866 kg/10a)을 올릴 수 있는 磷酸施肥量은 27.7 kg/10a 로 산출되어 10a 당 최대이삭수를 생산할 수 있는 磷酸施肥量(25.6 kg/10a) 보다 2kg 많았다. 磷酸肥料價格(580 원/kg P₂O₅)과 단옥수수 가격을 고려한 適正磷酸施肥量은 150g 인 단옥수수 이삭당 300 원과 50원일 경우 각각 27.4, 25.6 kg/10a 로 산출되어 最高 收量을 올릴 수 있는 磷酸施肥量과 큰 차이가 없었는데, 이는 단옥수수 가격이 비교적 비싸고 인산시비량의 증가에 따른 이삭수량 증가가 컸었고 인산시비량이 가장 많았던 처리에서 收量減少가 거의 없었기 때문으로 보인다. 본 시험의 결과는 江原道에서 馬齒種 옥수수의 最高 磷酸施肥量이 11~13kg/10a, 適正磷酸施肥量이 11~12kg/10a 이었다는 申等¹²⁾의 보고와 큰 차이가 있는데, 이

는 시험 토양의 有效磷酸含量 차이가 컸었는데 기인된 것 같다.

단옥수수 稈葉은 이삭을 收穫한 다음 사일리지 등 飼料로 이용될 수 있는데, 生稈葉 收量은 두 地域間에는 유의한 차이가 없었고 인산시비량이 많아질수록 증가하였다.

摘 要

磷酸吸着力이 매우 크고 有效磷酸含量이 낮은 濟州道 火山灰土에 있어서 단옥수수 適正磷酸施肥量을 밝히고자 1986年 濟州(濟州統)와 西歸浦(南原統)에서 磷酸施肥量(0, 8, 16, 24, 32kg/10a)에 따른 단옥수수 交雜種 Golden Cross Bantam 70의 生育 및 收量을 조사한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 出絲日數는 無磷酸區에서보다 磷酸 16kg/10a 이상 施用에 의하여 1~2일 단축되었다.

2. 稈長, 着穗高, 10a 당 生稈葉 收量은 두 지역 간 유의한 차이가 없었고, 磷酸施肥量이 많을수록 直線的으로 증가하였다.

3. 商品性 있는 이삭의 평균 길이 및 무게는 西歸浦에서 보다 濟州에서 컸었고, 磷酸施肥量이 많을수록 큰 傾向이었다.

4. 주당 또는 10a 당 商品性 있는 이삭수, 10a 당 이삭수량은 두 地域間 유의한 차이가 없었고, 磷酸施肥量이 많아짐에 따라 二次曲線的인 증가를 보였다. 磷酸肥料와 단옥수수 價格을 고려한 適正磷酸施肥量은 약 26 kg/10a 로 추정되었다.

引 用 文 獻

1. Caldwell, A.C. and A.J. Ohlrogge. 1966. Phosphorus fertility requirements. p. 237-256. *In* Pierre et al. (ed). *Advances in Corn Production : Principles and Practices*. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa.
2. Cerrato, M.E. and A.M. Blackmer. 1990. Comparison of models for describing corn yield response to nitrogen fertilizer. *Agron. J.* 82 : 138-143.
3. 濟州道農村振興院. 1990. 1989年度 試驗研究報告書. p. 19.
4. Dungan, G.H., A.L. Lang and J.W. Pendleton. 1958. Corn plant population in relation to soil productivity. *Adv. Agron.* 10 : 435-473.
5. Kang, Y.K., K.Y. Park, S.E. Park and H.G. Moon. 1989. Effects of planting date and tiller removal on growth and yield of sweet corn hybrids. *Subtrop. Agric. Cheju Nat. Univ.* 6 : 15-22.
6. 李錫淳 · 金台柱 · 朴鍾錫. 1987. 단옥수수의 成熟程度에 따른 糖含量, 可溶性 固形物 및 맛의 變化. *韓作誌* 32(1) : 86-91.
7. 李錫淳 · 崔相集. 1990. 窒素施肥量이 단옥수수의 窒素吸收, 收量 및 粗收入에 미치는 影響. *韓作誌* 35(1) : 83-89.
8. Park, K.Y., Y.K. Kang, S.E. Park and H.G. Moon. 1989. Effects of planting density and tiller removal on growth and yield of sweet corn hybrids. *Korean J. Crop Sci.* 34(2) : 192-197.
9. 박근용 · 박승의 · 최병한 · 문현귀 · 박래경. 1987. 단옥수수의 재배농가 현황과 문제점. *韓作誌* 32(別冊 2) : 46-47.
10. Rossman, E.C. and R.L. Cook. 1966. Soil preparation and date, rate, and pattern of planting. p. 53-101. *In* Pierre et al. (ed.) *Advances in Corn Production : Principles and Practices*. Iowa State Univ. Press, Ames, Iowa.
11. 農村振興廳. 1983. 農事試驗研究調查基準 改正 1版.
12. 申喆雨 · 金鼎劑 · 尹禎熙 · 趙丙玉. 1983. 土壤肥沃도와 品種에 따른 옥수수의 三要素 施肥反應. *韓土肥誌* 16(3) : 242-249.
13. Smith, T.J. and M.S. Cravo. 1990. Phosphorus management for continuous corn-cowpea production in a Brazilian Amazon Oxisol. *Agron. J.* 82 : 305-309.
14. 嚴基泰 · 朱永熙 · 李景洙 · 慎鏞華. 1977. 濟州道 綜合開發計劃을 爲한 土壤特性的 研究. *農試研報* 19(土肥, 作保, 菌耳) : 1-20.
15. 윤정희 · 신철우 · 허범량 · 조병옥 · 김인택 · 박창선. 1980. 옥수수의 시비적량 추천에 관한 시험. 1979년도 농업기술연구소 시험연구보고서(토양비료, 열자원) : 363-380.