

## 土壤 및 栽培植物에 미치는 煉炭灰의 影響

車 鍾 煥

(東國大學校·大學院)

(1963. 12. 10. 受理)

### ABSTRACT

Cha, Jong Whan (Dept. of Biology, Graduate School, Dong Kook Univ.) The influences of briquette ashes on the chemical properties of soils and the growth of selected vegetable plants. Kor. Jour. Bot. VII(1): 5-10, 1964.

The effects of briquette ashes on the growth of vegetable (cabbage, lettuce, spinach and radish) and their fresh weight under the culture of the soil mixed with the briquette ashes, and on the chemical properties of the soil were investigated.

The growth rate of these plants and chemical properties of the soil has shown some influence due to different concentration of briquette ashes added to the soil. The increase of growth in cabbage and lettuce was remarkably found by the plot treated with 1/50 concentration of briquette ashes. The fresh weight of vegetable plants was increased with high concentration of briquette ashes, but if the concentration of briquette ashes was too high, it was rather depressed. Chemical properties in the soil after cultivation of the plants were more depressed than before cultivation. In contrast the available nitrogen content in the soil after cultivation was more increased than before cultivation of the plants.

The reduction of available nitrogen and nitrate nitrogen was associated with the increasing intensity of briquette ashes, but available phosphorus content was increased with high concentration of briquette ashes, though its content was not so high as the results obtained by Han (8). The values of total exchangeable base and pH in the soils treated with briquette ashes were increased with a high degree of the concentration of ashes. The value of pH was not significant, and pH value of lime plots was higher than that of briquette ashes. The average value of the water content did not show any difference, and the difference of the content of organic matter in the soil in which different vegetables grew into the plots reached to the significance of a 5% level.

### 序 論

最近 몇 해 동안 政府의 山林綠化 運動이 活潑함에 따라 점점 燃料을 煉炭으로 代用하여 煉炭灰가 많이 생기게 되었는데 이 煉炭灰의 用途는 거의 없고 處置에 困難을 느끼고 있는 形便이다. 煉炭의 需要가 增加하던 할수록 煉炭灰 利用에 關한 研究는 切實하다고 느낀다. 特히 韓國의 地質은 거의 花崗岩 및 花崗片麻岩 등에서 誘導된 酸性 土壤일뿐 아니라 오랫동안 酸性 金肥의 濫用으로 土性이 점점 酸性化되고 있는 이런 時期에 pH와 關係가 있는 煉炭灰 施與에 關한 研究가 더욱 時急하다고 느낀다.

일찍이 炭類 利用에 關한 研究는 많은 學者의 關心을 끌고 利用率을 檢討하기 爲하여 石炭을 分析한 數值가 發表되었고 煉炭灰의 分析值도 나타나고 있다. 韓<sup>(8)</sup>은 土壤에 煉炭灰를 施用하면 pH가 上昇한다는 事實을 發表했다.

作物 生産力은 그 土壤이 품고있는 置換 鹽基의 含量에 依하여 決定될 수 있다는 것이 主張된 以後 Billings<sup>(1)</sup>은 置換鹽基가 적은 土壤에서 어떤 植物은 普通 土壤에서 보다 生育이 不良하다는 것을 보았다. Chandler<sup>(6)</sup>은 同一한 母岩에서 由來된 土壤일지라도 植物에 따라 置換鹽基의 飽和度가 다르다는 것을 發表했다. 金<sup>(10)</sup>은 鹽類 處理에 依한 置換鹽基의 諸性質을 보았고, Karim과 Khan<sup>(9)</sup>은 土壤의 pH와 磷酸의 여러 形態와의 關係를 觀察했다.

그러나 煉炭灰 施與에 依한 栽培植物의 生育 및 Soil Colloids에 吸着된 置換 鹽基와 化學成分, 變化에 關

한 報告가 없으므로 이면으로 調査를 하기 爲하여 本 實驗을 設計한 것이다.

材 料 及 方 法

花崗岩에서 由來된 서울 師大 花壇의 砂壤土를 數日間 氣乾시킨 後 直徑 0.5 cm의 目鐵篩로 完全燃燒한 十九孔炭灰(서울特別市 東大門區 龍頭洞 668所在 二五公司 煉炭製品)와 여러 比率로 混合하여 花盆에 담아 무우(*Raphanus sativus* L. var. *acanthiformis* Makino), 배추(*Brassica caulpestris* L. var. *pekinensis* Makino), 상추(*Lactuca scariola* L. var. *sativa* Bish), 시금치(*Spinacia Oleracea* L.)를 1963年 4月 12日 播種했다.

試驗設計는 七處理區, 亂塊法 三反覆으로 一尺짜리 花盆에 發芽後 生育이 고른 個體를 盆當 10個씩 남도록 솟고 土壤 水分은 圃場 容水量을 維持하도록 가끔 물을 주었다.

處理區는 無處理區, 煉炭灰가 土壤의 1/250, 1/125, 1/50, 1/25, 1/10 및 煉炭灰와의 差異를 比較하기 爲하여 消石灰 1/250 等 七個區이다.

煉炭灰의 施用에 依한 植物의 生育 및 土壤 成分에 미치는 影響을 調査하기 爲하여 肥料는 施用하지 않았다. 生長率은 五日에 한번씩 週期的으로 測定하고 生量은 發芽 5週後에 各 花盆에서 5個體를 測定하고 8週後에 2次로 測定했다. 其他의 測定 및 栽培 方法은 前報<sup>(1)(4)</sup>에 準하였다.

土壤分析에 있어서 有效 窒素는 Purvis<sup>(11)</sup>氏에 依하여 提案된 方法으로 測定하고 有效磷은 光電 比色計를 使用하여 Truog<sup>(12)</sup>氏의 鹽化第一錫 方法에 依하여 分析되었다. 硝酸態 窒素는 前報<sup>(5)</sup> 山林土壤 實驗에서 記述한 Phenoldisulfonic Method에 依하여 定量했다. 土壤 pH는 硝子電極法으로 測定하고, 置換 鹽基는 Brown<sup>(2)</sup> 方法에 依해서 調査했다. 水分含量은 105°C로 Oven에서 一定한 무게가 될때까지 乾燥시키고 有機物含量은 Muffle furnace의 525~550°C에서 灼熱 시킨것이다.

結 果

生長: 生長 測定은 五日에 한번씩 測定한 平均値를 圖 I에 表示한 것이다. 各 系列의 植物은 고르게 자랐으며 生育 初期에는 濃度가 높을에 따라 生長이 促進되는 現象을 나타냈으나 生長할 수록 差異가 희미해 졌

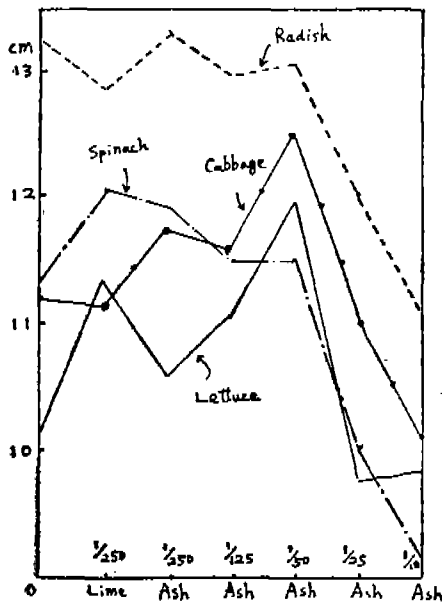


Fig. I. Effect of the amount of the briquette ashes in soil culture on the growth of vegetable crops.

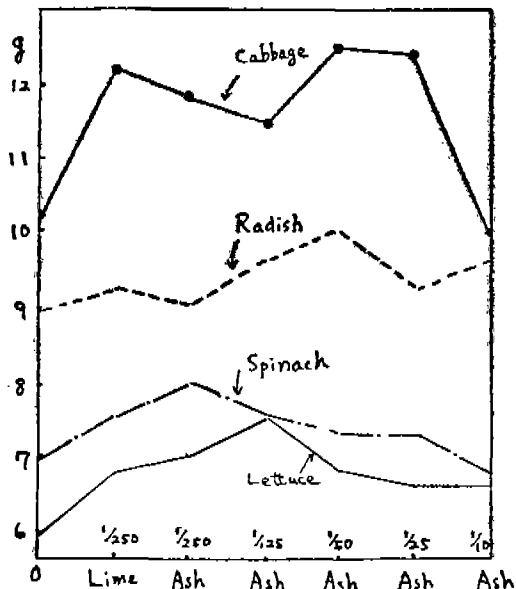


Fig. II. Effect of the amounts of briquette ashes in soil culture on the fresh weights of vegetable plants. (g/plant)

다. 生長의 反應은 植物에 따라 다르게 나타났으며 一般的인 傾向은 濃度가 너무 짙으면 生育이 抑制되었  
다. 1/50 濃度區 程度에서 배추와 상추는 特別히 生長이 가장 좋았다. 무우, 시금치는 오히려 生長이 抑制된  
감이 있다(圖 I).

生量: 이는 地上部分만 測定한 二次에 걸친 値를 平均하여 圖 II에 나타낸 것이다. 濃度에 依한 最高 生  
量値는 植物에 따라서 다르나 一般的으로 濃度가 짙을수록 增加되고 너무 짙으면 減少되어 가는 것을 觀察  
할 수 있다(圖 II).

有効窒素: 濃度가 짙을수록 含量은 減少되는 傾向이 보인다. 이는 煉炭灰自體에 含量이 적기 때문일 것이  
다. 栽培 前에 比하여 後에 含量이 많음을 볼 수 있다. 이는 土壤의 物理的 性質이 植物栽培로 좋아진 結果  
라고 生覺할 수 있다. 即 全窒素 中 一部가 土壤의 良好 條件으로 有効 窒素로 變換한 것이라 解釋된다. 處理  
間(煉炭灰, 消石灰, 無處理等)의 差異 및 植物사이(무우, 배추, 상추, 시금치等)의 有意性은 없다(表 I.II.  
및 V.)

硝酸態窒素: 栽培前에 比해 後에 많은 減少를 보이고 또 濃度가 짙을수록 減少되는 傾向을 나타내고 있으  
며 植物間의 差異 및 處理間의 差異는 볼 수 없다(表 I.II. 및 V).

有効磷: 栽培後가 前보다 減少되었다. 濃度가 짙을수록 含量이 많고 植物에 따른 差異가 나타나고 있다.  
含量은 韓<sup>(8)</sup>의 結果와 같이 높지는 않다(表 I과 II).

全置換鹽基: 含量의 差異는 栽培後 많이 減少된것을 볼 수 있고 大體로 濃度가 짙을 수록 增加되는 傾向  
을 觀察할 수 있다. 處理에 따른 差異는 없고 植物에 따른 有意性은 高度로 나타내고 있다(表 I과 III 및 V)

pH: 濃度에 따라 若干 增加한 편이나 有意性은 없고 栽培前에 比해 栽培後가 높은 値를 나타내고 있다.  
處理에 따른 差異는 높은 有意性을 나타내고 特別히 消石灰에서는 높은 pH 値를 觀察할 수 있었다. 植物사이  
의 差는 볼수가 없다(表 I과 III 및 V).

水分含量: 濃度間, 栽培前後間, 處理間 및 植物에 따른 差異가 나타나지 않고 있다(表 I과 IV).

有機物含量: 植物에 따른 差異만 나타 나고 있다(表 I과 IV).

Table I. Effect of the amounts of the briquette ashes on the chemical properties in the soil before cultivation of vegetable plants.

*Ratio	*A-N ppm	*N-N ppm	*A-P ppm	*Bases m.e.	pH	Water content %	Organic content %
Control	4.86	0.63	7.38	30.1	6.42	0.62	2.35
Lime 1/250	4.80	0.65	7.32	30.5	7.20	0.60	2.40
Ash 1/250	4.83	0.66	6.96	31.4	6.79	0.64	2.38
Ash 1/125	4.74	0.66	7.38	36.1	7.02	0.63	2.25
Ash 1/50	4.61	0.62	7.68	35.0	7.08	0.67	2.26
Ash 1/25	4.46	0.60	8.10	34.4	7.32	0.68	2.28
Ash 1/10	4.09	0.60	8.88	34.2	7.40	0.73	2.25

\*Ratio: The ratio of briquette ashes (or slaked lime) to soils.

\*N-N: Nitrate Nitrogen

\*A-P: Available Phosphorus

\*A-N: Available Nitrogen.

\*Bases: Total Exchangeable Bases

Table II. Effect of the amounts of the briquette ashes on the chemical properties in the soil after cultivation of vegetable plants.

Ratio	Radish			Cabbage			Spinach			Lettuce		
	A-N ppm	N-N ppm	A-P ppm	A-N ppm	N-N ppm	A-P ppm	A-N ppm	N-N ppm	A-P ppm	A-N ppm	N-N ppm	A-P ppm
Control	4.92	0.51	6.02	5.28	0.69	5.28	4.94	0.53	6.84	4.95	0.46	7.26
Lime 1/250	5.18	0.49	6.64	4.85	0.34	7.10	5.02	0.36	7.32	4.40	0.36	7.08
Ash 1/250	5.16	0.49	6.60	4.57	0.42	6.76	4.92	0.40	7.08	4.35	0.43	7.32
Ash 1/125	4.93	0.46	6.96	4.70	0.50	6.06	4.92	0.49	7.08	4.26	0.49	6.36
Ash 1/50	4.73	0.44	6.96	4.50	0.53	6.24	4.63	0.51	7.78	4.78	0.50	6.90
Ash 1/25	5.68	0.41	6.42	4.52	0.52	6.86	4.65	0.46	6.96	4.82	0.45	7.74
Ash 1/10	4.40	0.44	8.04	4.57	0.42	7.80	4.38	0.30	7.74	4.22	0.39	7.98

**Table III.** Effect of the amounts of the briquette ashes on the total exchangeable bases and pH in the soil after cultivation of vegetable plants.

Ratio	Radish		Cabbage		Spinach		Lettuce	
	Bases m.e.	pH	Bases m.e.	pH	Bases m.e.	pH	Bases m.e.	pH
Control	22.8	6.82	21.1	6.60	22.7	6.47	25.3	6.58
Lime 1/250	28.8	7.40	26.6	7.50	27.9	7.71	25.3	7.63
Ash 1/250	20.8	6.98	20.0	7.02	21.8	7.02	22.2	7.07
Ash 1/125	26.0	7.44	22.7	7.42	22.4	7.44	20.7	7.47
Ash 1/50	27.7	7.51	27.3	7.43	24.6	7.45	26.6	7.41
Ash 1/25	27.1	7.49	26.8	7.49	25.3	7.38	26.2	7.65
Ash 1/10	29.5	7.52	27.3	7.50	28.4	7.49	27.1	7.42

**Table IV.** Effect of the amounts of the briquette ashes on the water content and organic matter in the soil after cultivation of four vegetable plants.

Ratio	Radish		Cabbage		Spinach		Lettuce	
	Water content %	Organic matter %	Water content %	Organic matter %	Water content %	Organic matter %	Water content %	Organic matter %
Control	0.69	2.61	0.73	2.26	0.62	2.29	0.58	2.72
Lime 1/250	0.72	2.48	0.75	2.27	0.70	2.18	0.62	2.59
Ash 1/250	0.69	2.53	0.93	2.19	0.68	2.16	0.60	2.46
Ash 1/125	0.69	2.50	0.60	2.10	0.67	2.21	0.58	2.46
Ash 1/50	0.68	2.38	0.74	2.12	0.67	2.22	0.58	2.37
Ash 1/25	0.76	2.25	0.70	2.21	0.64	2.22	0.65	2.28
Ash 1/10	0.67	2.16	0.87	2.00	0.64	2.26	0.74	2.25

## 論 議

上記의 결과는 煉炭灰와 石灰를 土壤에 混合한 後 土壤 栽培에 依하여 植物의 生長 및 生量の 變化와 土壤成分에 미치는 影響等을 觀察한 것이다. 植物의 生長이 生育 初期에는 煉炭灰 施與에 依해 促進된 現象이 나타났으나 後期에는 別로 差異가 없게졌다. 이는 別途의 養分 供給이 없기 때문이다. 生育 初期에는 自體의 養分으로 生育한 結果라고 본다. 即 生育이 점점 減退되어 가는 것은 栽培前에 比해 栽培後 全 置換 鹽基의 減少와 一致한다. 栽培前後 사이의 全 置換 鹽基는 1%의 有意성을 나타내고 있다. Billings<sup>(1)</sup>의 論述에 依하면 生育이 不良한은 全 置換 鹽基의 含量이 적기 때문이라고 했다. 이는 本實驗 結果의 解釋과 같다. 배추와 상추에서 煉炭灰의 1/50 濃度區가 特히 生長이 좋은 것은 有效 窒素와 硝酸態 窒素의 含量이 많은 것과 一致되는 現象을 볼 수 있다. 大體로 全 植物에 있어서 濃度가 1/25 濃度區 以上이 되면 生長이 無處理區보다 抑制되는 現象도 窒素系統의 養分減少와 거의 同一視된다. 磷과 生長률과의 一定한 關係를 찾아 볼 수 없는 것은 土壤 磷酸鹽이 Vegetal pattern을 決定 못한다는 Coaldrade와 Haydock<sup>(2)</sup>의 考察과 一致된다. 生量の 差異는 植物에 따라 反應이 달리 나타나는 것을 볼 수 있고 大體로 큰 變化를 나타내지는 않고 있다.

土壤成分에 관한 結果를 基礎로 하여 各成分에 따라 濃度間, 植物間, 處理間 및 栽培前後 사이의 關係를 定量的으로 評價하기 爲하여 統計學的으로 分析한 結果를 表 V에서 볼 수 있다. 有效 窒素는 栽培前後에 있어 5%의 有意성을 나타내고 있고 其他의 比較值의 分散分析의 結果는 有意성이 없다. 栽培前後의 比較에서 栽培後가 硝酸態 窒素, 有效 磷, 全 置換 鹽基의 含量이 減少되었다. 이들은 高度의 有意성을 나타내고 있다. 이는 植物이 生長하는 동안 吸收하여 減少되었다고 할 수 있다. pH에 依하여 溶解 및 不溶의 現象이라고 생각하기는 힘들다. 即 韓<sup>(3)</sup>의 考察과는 一致하지 않는다. 硝酸態 窒素는 濃度가 짙으면 含量이 若干 減少되고 有效 磷은 오히려 增加되는 現象이 高度로 有意성을 나타내는 것은 煉炭灰속에 窒素는 缺乏되어 있으나 磷酸은 多少 含有하고 있기 때문이다. 全 置換 鹽基의 量이 植物에 따라서 顯著한 差異를 보이며 1%의 有意성을 나타내고 있다. 이는 Chandler<sup>(4)</sup> 氏가 論述한 바와같이 植物의 種類에 따라 各 土 壤의 Micelles로부터 養分을 抽出하는 힘이 다르기 때문이다. 栽培前에 比하여 栽培後가 全 置換 鹽基의 含量이 減少된 것은 作物 生

長으로 吸收한 關係도 있겠으나 置換水素의 增加로 鹽基가 浸下한데 原因이 있다고 解析된다. pH 值가 栽培前보다 後가 높은 값을 나타낸것은 繼續的인 水分 供給으로 鹽基가 洗脫되고 置換水素의 值가 높아진데 原因이 있지 않나 生覺된다. 이는 土壤에 石灰를 加用한 境遇에 中和效果가 나타나는 것은 施用後 一定한 時間이 經過한 後에 나타나는것과 같은 現象이다. 卽 煉炭灰 施用에 依한 土壤酸度 中和效果는 오히려 後作物에 더 좋은 影響을 미친다고 解析된다.

Table V. Statistical analysis of the chemical properties given in Table (I-IV).

	A-N	N-N	A-P	Bases	pH	Water content	Organic content
1.	1.26	1.94	**12.5	**4.69	0.55	1.63	0.18
L.S.D.			0.57	4.65			
2.	0.02	0.58	1.92	0.69	**27.9	1.05	0.56
L.S.D.					0.20		
3.	0.41	0.53	**7.24	**12.30	0.17	0.21	*2.84
L.S.D.			1.87	3.34			0.18
4.	*2.37	**7.65	**5.13	**7.75	**5.18	1.81	1.10

- \*\* : Significant at the 1% level.      \* : Significant at the 5% level.  
 1. : Values of the "F"-test among the concentrations.  
 2. : Values of the "F"-test among the treatments.  
 3. : Values of the "F"-test among the vegetable plants.  
 4. : Values of the "t"-test between the non-cultivation and cultivation.

有機物과 全置換鹽基의 含量이 Whiteside와 Smith<sup>(13)</sup>의 論述과 같은 一定한 關係는 찾기 힘들다. 이는 이 두 兩者의 平均値差異가 격기 때문이라고 보겠다. 煉炭灰의 濃度가 짙을수록 植物이 시들은 時期가 늦어 凋萎係數와 어떤 關係가 있는것 같이 生覺되었으나 水分含量과는 關係가 없음을 實驗値로써 알 수 있다. 水分含量의 分散分析値는 어느 比較區든지 有意性이 나타나지 않았다.

本 實驗을 하는데 많은 激勵과 도움을 주신 서울 師大 金道敏教授와 李雄植教授 또한 東國大學校 金吉煥教授에게 깊은 謝意를 드리는 바이다. 끝으로 本 實驗의 財政 援助를 하여준 5·16 獎學會에 感謝를 드린다.

要 約

本 實驗에서 煉炭灰를 土壤에 施用한 後 비 作物(무우, 배추, 상추, 시금치)의 生育 및 그 土壤成分에 미치는 影響을 土壤 栽培를 通하여 調査했다.

煉炭灰 1/50濃度에서 배추와 상추의 生長은 最高度에 달했다. 무우와 시금치는 濃度에 따른 反應이 다르게 나타났다. 生量의 變化는 濃度가 짙으면 增加되나 너무 짙으면 감소되는 경향을 나타냈다. 土壤의 化學成分은 栽培前에 比하여 栽培後가 減少되었다. 반면 有效窒素은 오히려 增加되었다. 煉炭灰의 濃度가 짙으면 窒素 系統은 減少되었으나 有效磷은 增加되었으며 韓<sup>(8)</sup>의 結果와 같이 含量이 높지 못했다.

全置換鹽基와 pH 值는 濃度가 增加함을 따라 높아지는 現象을 觀察할 수 있다. pH 值는 有意性은 없으나 石灰區는 煉炭灰區보다 높은 結果를 보이고 있다.

水分含量은 濃度間, 處理間, 植物間 栽培前後間等의 比較에서 모두 有意性이 없었다. 有機物 含量은 植物間의 平均値에서 5% 有意性을 나타냈고 外的 比較에서는 有意性이 없었다.

文 獻

1. Billings, W.D., 1950, Vegetation and plant growth as affected by chemically altered rocks in the Western Great Basin. Ecology 31: 62-74
2. Brown I.C., 1943, A rapid method of determining exchangeable hydrogen and total exchangeable bases in soils. Soil Sci. 56: 353-357

3. Cha, J.W., 1962, Effect of gibberellin on the growth and internal components of selected vegetable plants. Kor. Jour. Bot. V(3):11-20
4. \_\_\_\_\_, 1962, Effect of gibberellin on the growth and internal components of *Astragalus sinicus* L., Kor. Jour. Bot. V(4):1-5
5. \_\_\_\_\_, 1963, A comparison of chemical properties of some forest soils. VI(3):1-5
6. Chandler, R.F. Jr, 1939, Cation exchange capacity of certain forest soils in the Adirondack section. Jour. Agr. Res. 59:491-506
7. Coaldrake, J.E. and K.P. Haydock, 1958, Soil phosphate and vegetal pattern in some natural communities of South-Eastern Queensland, Australia. Ecology 39:1-5
8. Han, D.W., 1963, Studies on the effects of briquette ash on the chemical character of soil and the growth, and yields of egg-plant. Seoul Agri. Coll. Theses 1:260-266
9. Karim, A. and D.H. Khan, 1955, Relationship between pH and different forms of phosphorus in some soils of East Pakistan. Soil Sci. 80:229-233
10. Kim, C.M., 1959, Effect of alkali soil salts on the plant nutrition II. Base exchange properties of saline and alkaline soils. Seoul Univ. Jour. Biol. and Agri. Series, 9:44-47
11. Purvis, E.R. and Micah W.M. Leo, 1961, Rapid procedure for estimating potentially available soil nitrogen under green house conditions, J. of Agr. and Food Chem. 9(1):15-17
12. Truog, E., 1930, The determination of the readily available phosphorus of soils. Jour. Amer. Soc. Agron. 22:874-882
13. Whiteside, E.P. and R.S. Smith, 1941, Soil changes associated with tillage and cropping in humid areas of the United States. Amer. Soc. of Agron. 33:765-775