

# 干拓地 飼料作物 栽培에 있어서 모래를 이용한 土壤 mulching의 効果

## I. 除鹽效果와 作物生育

金正甲 · 韓敏洙 · 李相範 · 韓興傳

# Effects of Sand Mulching on Forage Production in Newly Reclaimed Tidal Lands

## I. Desalination of the soils and crop performance

Jeong Gap Kim, Min Soo Han, Sang Beom Lee and Heung Jeon Han

### Summary

A two year's field experiment was conducted on newly reclaimed saline tidal lands to measure the effects of sand mulching on salinity of the soils and their relationship to crop performance. Hybrid sorghum cv. Pioneer 931 was grown under different mulching treatments using of medium sand and red earth (Fine loamy, Typic Hapludults).

Salinity in the root zone was decreased markedly under soil mulching using of medium sand, especially during the dry season, and it caused a great increase in the root growth and R/T ratio. Seasonal values of electrical conductivity at sand mulching were 6.6 in April and 1.6 mmhos in August, but it was still high with a concentration of 12.7 (April) and 3.8 mmhos (August) in untreated check plot.

Sand mulching increased plant growth and the rate of dry matter accumulation. However, treatment of red earth additionally over sand mulching produced lower dry matter yield than those of soil mulching using of medium sand only.

Under salt stress sorghum plant showed a decrease in the leaf weight ratio (LWR) and it resulted in a low concentration of crude protein of the plant. Sand mulching enhanced leaf weight ratio and rate of protein synthesis.

### I. 緒 論

牧草는 一般的으로 耐鹽性이 強한 것으로 報告되어 있어 鹽地栽培에 有利한 條件을 갖는다(Bernstein, 1958; Francois, 1981; 北村徒生, 1986; 香川邦雄, 1985). 그러나 宋 등(1981)의 試驗結果에 依하면 現在 우리나라에서 栽培되고 있는 北方型牧草의 大部分은 耐鹽性이 弱한 편이어서 새로 造成된 干拓地에서의 經濟的인 栽培가 어려운 것으로 나타났다(任 등, 1981; 장 등, 1984).

干拓地 土壤의 鹽濃度는 灌水 및 土壤改良劑 使用으로 어느 정도의 除去가 可能하나 地下水에서 上昇되는 鹽의 表面蓄積은 繼續的으로 進行되며 이 같은 鹽의 移動 및 蓄積은 特히 乾燥期에 甚하게

일어난다(Keck 등, 1984; Mass 및 Hoffman, 1977; Pratt 등, 1984; U.S.S.L.S., 1954; 오 등, 1976; 황 등, 1982).

이상의 諸結果로 보아 비닐 및 土壤 등을 利用하여 地表面에서의 水分蒸發을 抑制시켜 증으로서 鹽의 上向移動 및 地表面蓄積을 減少시키는데 큰 效果가 있을 것으로 期待된다(Pratt, 1984; 오 등, 1976; 香川邦雄 등, 1985; 황 등, 1982).

本 試驗은 새로 造成된 干拓地에서 地表面을 모래(medium sand)로 被覆하여 水分蒸發을 斷切시킴으로서 이들이 土壤의 鹽濃度變化 및 作物生育에 미치는 影響을 究明코자 遂行되었다.

### II. 材料 및 方法

### 1. 試驗方法

圃場試驗은 農業振興公詞 半月圃場으로 干拓造成後 4年이 經過된 塩類土壤에서 1986년부터 1987년까지 2年間 遂行되었다. 試驗方法은 無處理區의 直播栽培, 모래被覆(sand mulching), 모래 1cm + 赤色土(red earth) 2cm 및 4cm 被覆區, 모래 2cm + 赤色土 2cm 및 4cm區等 6處理로 하여 亂塊法 3反復으로 遂行되었다. 栽培方法은 sorghum의 Pioneer 931 品種을 供試材料로 하여 25cm 間隔으로 drill播種하였으며 肥料는 窒素 20, 磷酸 15, 加里 15 및 石灰 300kg/10a을 施用하였다. 한편 이들 干拓地 以外에 一般田作地(Fine loamy, Typic Ha-

pludults)에 sorghum을 別途栽培하여 生育 및 乾物收量을 比較하였다.

### 2. 土壤 및 植物體의 化學成分 分析

모래被覆(sand mulching)에 따른 土壤의 塩濃度變化는 試驗區 以外에 各處理別로 別途의 圃場을 設置, 作物을 栽培하지 않는 狀態下에서도 竝行 調査하였다. 土壤試料는 表土(0~15cm)와 心土(16~30cm)로 區分하여 塩濃度 및 其他의 化學成分變化를 季節別로 調査하였다. 한편 栽培植物의 一般飼料成分은 VDLUFA(1976) 方法으로 分析하였다.

### III. 結果 및 考察

Table 1. General description on chemical properties of the experimental fields, taken as the mean value of surface layer depth in 0-15cm.

Experimental field	pH (1:5)	OM (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Exc. cation (me/100g)				CEC mg/100g	T-N (%)
				K	Ca	Mg	Na		
Tidal land	8.39	1.19	72.0	2.97	1.50	7.64	13.86	27.63	0.06
Upland	5.43	1.83	51.4	0.30	1.92	0.90	1.12	9.21	0.08

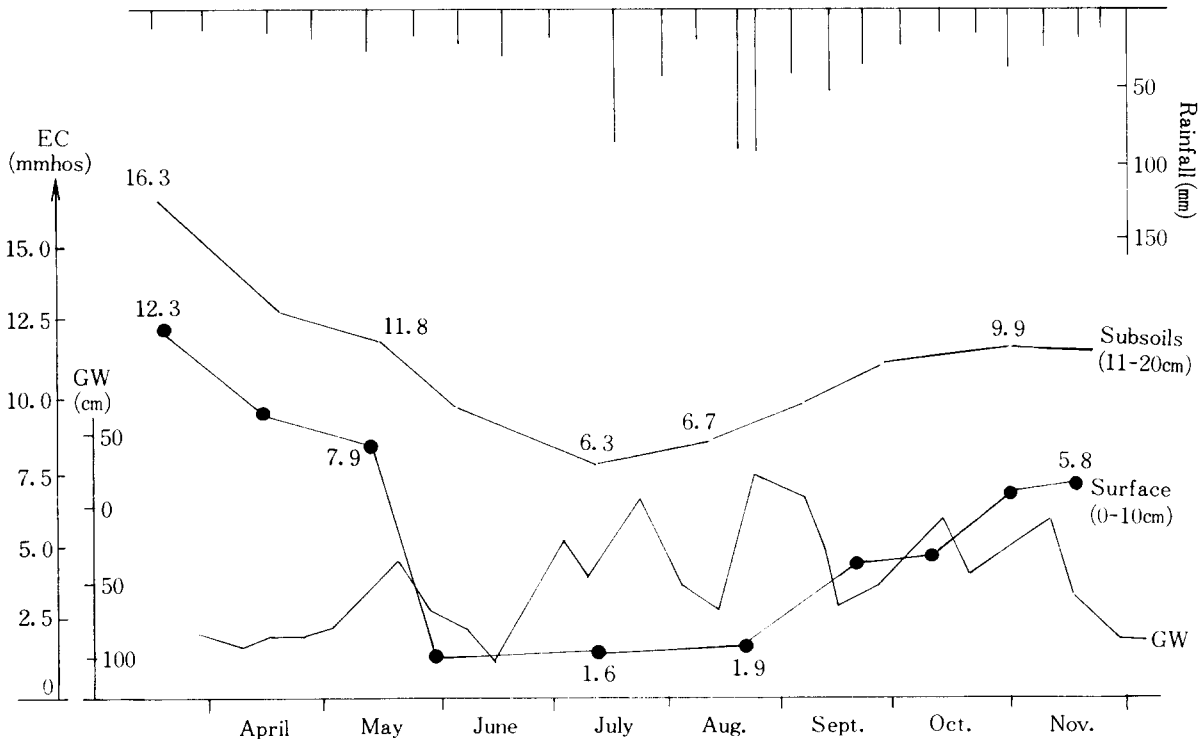


Fig. 1. Seasonal changes in the electrical conductivity (EC) of the soils associated with rainfalls and ground watertable (GW).

## 1. 土壤中 塩濃度變化

干拓地 土壤의 塩濃度는 季節에 따라 큰 差異를 보였다. Fig. 1은 無處理 土壤에서의 層位別 塩濃度 變化를 나타낸 것으로서 乾燥期인 4月에는 表土 12.3 및 心土 16.3 mmhos 이었으나 降雨가 많았던 8月에는 各各 1.9(表土) 및 6.7 mmhos(心土)로 減少되었다. 이와같이 乾燥期間中 土壤의 塩濃도가 큰 幅으로 增加된 것은 Maas 및 Hoffman(1977), 오등(1976)이 報告한 바와 같이 地表面에서의 水分 蒸發이 甚하게 일어남에 따라 地下水로부터 上向移動되는 塩의 表面蓄積이 繼續되기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 점에서 모래(medium sand)를 利用한 soil mulching은 水分蒸發을 斷切시켜줌으로서 塩의 上昇 및 表面蓄積을 抑制시키는 效果가 있었다(오등, 1976). Table 2에서 모래被覆區(sand 1 cm)의 季節別 塩濃度는 4月 6.6 mmhos 및 8月 1.6 mmhos로 同一時期의 無處理區 12.7 및 3.8 mmhos

에 比해 顯著한 減少를 보였다.

한편 모래와 赤色土(sand+red earth)의 同時處理에서도 높은 除塩效果가 認定되나 이때의 土壤中 塩濃度는 單純히 모래만을 1cm 被覆한 處理區와 큰 差異를 보이지 않았다. 한편 土壤中 Na 含量도 모래 및 모래+赤色土 處理區에서 顯著히 減少되었다. 그러나 有機物, pH 및 其他의 無機成分에 있어서는 各處理間에 큰 差異가 없었다(Table 3).

## 2. 根의 發育 및 生育特性

Sorghum 植物의 根分布는 塩濃도가 높은 無處理區의 경우 大部分이 土深 5.5cm 以內의 地表面에 位置하고 있는데 比해 모래 및 모래+赤色土 處理에서는 6.2~11.8cm의 깊은 土層에까지 根發育이 可能하였다(Table 3).

한편 植物 個體當 根重에서도 無處理區에서는 0.79g을 生産하여 地上部(top growth)에 對한 根部 生育(root growth)의 比率(R/T ratio)이 8.83%에

Table 2. Seasonal changes of soil salinity in the root zone(depth in 0-15cm) under different mulching treatments using of sand and red earth, taken as the mean value of the plots after trials.

Treatments of sand mulching	Electrical conductivity of salinity(mmhos)							
	April	May	June	July	August	September	October	November
No mulching	12.7	7.5	5.9	3.2	3.8	4.4	12.8	10.2
Sand 1cm+	6.6	6.2	5.0	1.5	1.6	1.9	1.9	3.8
Sand 1cm+RE 2cm	3.3	3.9	3.3	1.3	1.3	1.4	3.9	4.1
Sand 1cm+RE 4cm	3.6	4.2	3.4	1.1	0.9	1.3	4.4	5.2
Sand 2cm+RE 2cm	3.8	4.4	3.8	1.4	1.5	1.8	4.4	5.2
Sand 2cm+RE 4cm	6.3	4.5	4.1	1.3	1.4	1.6	7.0	6.4

RE=red earth(Fine loamy, Typic Hapludults)

Table 3. Changes in the soil chemical property of experimental fields under mulching treatments using of sand and red earth, taken as the mean value of surface layer after trials.

Treatment of sand mulching	pH (1:5)	OM (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Exc. cation(me/100g)				CEC mg/100g	T-N (%)
				K	Ca	Mg	Na		
No mulching	8.34	1.37	71.0	2.12	3.56	7.43	6.85	20.85	0.06
Sand 1cm	8.42	1.19	61.4	1.94	2.97	6.21	5.53	17.42	0.03
Sand 1cm+RE 2cm	8.55	1.24	52.7	1.75	4.20	5.89	4.68	16.74	0.05
Sand 1cm+RE 4cm	8.59	1.32	53.9	1.72	4.80	6.63	4.23	17.73	0.05
Sand 2cm+RE 2cm	8.15	1.45	57.4	1.86	3.15	5.61	5.31	16.48	0.04
Sand 2cm+RE 4cm	8.29	1.24	55.7	1.84	4.77	6.38	4.95	18.16	0.04

RE=red earth.

불과하였으나 모래 處理區에서는 3.83g을 生産, R/T比率이 27.18%로 增加되어 모래被覆에 依한 除塩이 根發育을 促進시킨 것으로 評價되었다(West 및 Taylor, 1961; 오등, 1976).

그러나 모래와 赤色土(sand+red earth)의 同時 處理에서는 모래만을 1cm 被覆한 區에 비해 根重 및 R/T比率이 오히려 減少되는 結果를 보였는데 이같은 原因은 모래 被覆層이 上部의 作土層(赤色土)에 對한 水分供給을 斷切시켜줌으로서 植物이 土壤乾燥에 依한 生育障害를 甚하게 받는데 起因된 것으로 생각된다.

한편 地上部生育에 있어서도 모래處理區에서 顯著히 좋았으나 一般田作地에서 栽培된 sorghum에 比해서는 아직도 草長, 줄기의 굵기등 生育狀態가 크게 떨어지는 편이었다(Table 5). 塩地栽培 sorghum의 生育特性에 있어서 特히 植物體의 集重比

率(LWR)은 一般田作地에서 栽培된 同一生育段階의 sorghum에 비해 낮은 結果를 보였는데 이같은 傾向은 Nieman(1965)의 報告에서와 같이 塩地에서 同化葉의 伸張이 크게 萎縮된데 原因이 있었다.

### 3. 乾物生産性 및 飼料成分

Table 5는 sorghum의 Pioneer 931 品種을 出穂後에 1次收穫한 收量을 나타낸 것이다. 處理別 乾物收量은 모래만을 1cm 두께로 被覆한 區에서 39.80ton/ha으로 가장 높았는데 이는 無處理 直播 栽培에 對해 111%가 增收된 結果였다. 그러나 이들 生産性은 一般田作地에서 栽培된 同一生育段階에 對해서는 46.5%에 該當된다.

한편 모래+赤色土(sand+red earth)의 同時處理에서도 草長 및 乾物收量은 無處理區에 비해 크게 增加되었으나 이때의 收量은 모래만을 被覆한 區에

Table 4. Root growth and R/T ratio of sorghum cv. Pioneer 931 under different sand mulching treatments, evaluated at the early stage of blooming.

Treatment of sand mulching	Root zone (cm)	Root weight (g/pl)	Top weight (g/pl)	R/T ratio (%)	Population of plants (pl/m <sup>2</sup> )
No mulching	5.5	0.79	8.95	8.83	49.6
Sand 1 cm	9.0	3.83	14.09	27.18	66.7
Sand 1 cm+RE 2 cm	8.4	2.02	10.30	19.61	66.7
Sand 1 cm+RE 4 cm	6.2	3.14	13.13	23.92	59.8
Sand 2 cm+RE 2 cm	11.8	1.80	11.32	15.90	44.0
Sand 2 cm+RE 4 cm	8.2	3.68	13.62	27.02	51.0

RE=red earth, Pl=plant, R/T=root/top ratio.

Table 5. Effects of sand mulching on emergence, yields and other characteristics of sorghum, evaluated at the stage of blooming.

Treatment of sand mulching	Emergence (1-9)	Plant height (cm)	Yields (ton/ha)		Index DM-basis (%)	Re-growth (1-9)	LWR (LW/PW)
			DM	GM			
No mulching	4	183	4.45	20.60	100	8	0.384
Sand 1 cm	3	254	9.40	39.80	211	3	0.435
Sand 1 cm+RE 2 cm	2	203	5.87	25.13	132	4	0.417
Sand 1 cm+RE 4 cm	1	221	7.84	32.73	176	3	0.403
Sand 2 cm+RE 2 cm	3	205	4.98	22.87	120	4	0.418
Sand 2 cm+RE 4 cm	2	218	6.97	31.40	157	3	0.459
Upland*	1	312	13.61	85.60	306	2	0.502

\*=sorghum was cultivated on fine loamy Typic Hapludults at Livestock Experiment Station during the same growth season, LWR=leaf weight ratio, PW=plant weight, LW=leaf weight, GM=fresh matter, DM=dry matter.

Table 6. Chemical components of sorghum under different mulching treatment with sand and red earth, evaluated at the stage of blooming.

Treatment of sand mulching	Crude ash	Crude fat	Crude protein	Crude fibre	N-free extracts
No mulching	7.01	1.43	4.94	27.08	59.54
Sand 1 cm	8.12	1.29	3.51	22.43	64.65
Sand 1 cm+RE 2 cm	8.89	2.21	4.16	23.99	60.75
Sand 1 cm+RE 4 cm	8.31	2.10	3.91	24.52	61.16
Sand 2 cm+RE 2 cm	7.13	1.97	3.98	24.15	62.77
Sand 2 cm+RE 4 cm	9.04	1.96	4.07	24.26	60.67
Upland	7.15	4.07	12.33	33.75	42.70

% in dry matter basis.

비해서는 오히려 減少되는 傾向이었다. 以上の 結果에서 모래+赤土區의 收量이 모래 單一處理區 보다 減少된 것은 이미 說明된 바와 같이 作土層(赤色土)에 對한 地下로부터의 水分供給이 어려워 乾燥期間中 生育障害가 甚하게 나타났는데 原因이 있었다.

植物體의 飼料成分中 特히 粗蛋白質(CP) 含量은 塩地栽培에서 減少되는 傾向을 보였다. 따라서 出穂後 sorghum의 CP 含量은 一般田作地の 경우 12.33%에 達하나 모래 1cm 被覆區 및 無處理 直播栽培에서는 各各 3.51% 및 4.94%이었다. 이와같이 塩地栽培에서 CP 含量이 크게 減少되는 것은 Table 5에서 說明된 바와 같이 葉伸張의 萎縮으로 LWR가 낮아져 蛋白質의 合成 및 蓄積이 減少된데 起因된 것으로 생각된다.

#### IV. 摘要

本 試驗은 干拓地에서 모래被覆(sand mulching)이 土壤의 塩濃度 變化和 作物生育에 미치는 影響을 究明코자 sorghum의 Pioneer 931 品種을 供試材料로 하여 1986-87년까지 2년간 圃場試驗으로 遂行되었다.

試驗地 土壤(無處理)의 季節別 塩濃度は 12.7(4月) 및 3.8 mmhos(8月)이었으나 同一時期의 모래被覆區에서는 各各 6.6(4月) 및 1.6 mmhos(8月)를 나타내 모래處理(sand mulching)에 依한 除塩效果가 큰 것으로 評價되었다. 이와같은 原因으로 sorghum 植物의 根發育 및 R/T比率은 모래被覆區에서 顯著的 增加를 보였다.

Sorghum의 草長 및 乾物收量은 모래被覆區(sand 1 cm)에서 크게 增加되었다. 한편 모래 및 赤色土의 同時處理(sand+red earth)에서도 乾物收量은 無處理區에 比해 顯著的 增加를 보였으나 이때의 生産性은 모래 單一處理區에 比해서는 多少 떨어지는 편이었다.

塩地栽培時 sorghum의 葉重比率(LWR)은 낮아지는 傾向을 보여 植物體의 粗蛋白質(CP) 含量은 큰 幅으로 減少되었다. 따라서 干拓地 sorghum 栽培에 있어서 表土에 對한 모래被覆은 植物體의 LWR 및 CP 含量을 增加시키는 效果가 있었다.

#### V. 引用文獻

- Bernstein, L. 1958. Physiology of salt tolerance. *Ann. Rev. Plant Physiology*, 9:25-46.
- Francois, L.E. 1981. Alfalfa management under saline conditions with zero leaching. *Agron. J.* 73:1042-1045.
- Keck, T.J., R.J. Wagenet, W.F. Campbell and R.E. Knighton. 1984. Effects of water and salt stress on growth and acetylene reduction in alfalfa. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 48:1310-1316.
- Maas, E.V. and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. *J. Irrig. Drain Div. Proc. Am. Soc. Civ. Eng.* 103(IR):115-134.
- Nieman, R.H. 1965. Expansion of bean leaves and its suppression by salinity. *Plant Physiol.* 40(1):156-161.
- Pratt, D.F. 1984. Salinity, sodium, and potassium an irrigated soil treated with Bovin manure. *Soil*

- Sci. Soc. Am. J. 48:823-828.
7. U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA, Handb. 60 U.S. Government Printing Office, Washington DC.
  8. VDLUFA. 1976. Methodenbuch, Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Verlag Neumann-Neudamm: 4.1.1-6.4.1.
  9. West, D.W. and J.A. Taylor. 1981. Germination and growth of cultivars of *Trifolium subterraneum* L. in the presence of sodium chloride salinity. *Plant and Soil* 62:221-230.
  10. 北村征生. 1986. 数種暖地型 マメ科牧草における耐塩性の比較. *日草誌* 32(2): 160-163.
  11. 宋珍達, 李基鍾, 李鍾烈. 1981. 干拓地 耐塩性 飼料作物 선발試驗. *畜試研報*: 782-789.
  12. 오영택, 홍중운, 이정기. 1976. 干拓地 除塩促進에 關한 研究. *農技研報*: 485-529.
  13. 任桐彬, 金東岩, 徐 成, 李孝遠, 林雄圭, 黃鍾瑞. 1981. 干拓地草地造成에 關한 研究. I. 牧草의 耐塩性比較. *韓畜誌* 23(1): 30-40.
  14. 장효상, 이종영, 최송열, 하기용. 1984. 干拓地 畜裏作選定試驗. *湖試研報*: 699-700.
  15. 황선웅, 이용재, 홍중운, 윤정희, 박양호, 황기성. 1982. 干拓地의 石灰포화도 增進에 關한 研究. *農技研報*: 669-683.
  16. 香川邦雄, 菅沼浩敏, 森下豊昭, 太田安定. 1985. イネ科・マメ科牧草の收量と有機・無機組成に及ぼすお灌溉水の塩分濃度の影響. *日本土肥誌* 56(2): 147-152.