

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

## II. 干拓地 栽培牧草의 生育 및 乾物畜積形態와 飼料價値에 關한 研究

金正甲 · 韓敏洙

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

#### II. Studies on growth, dry matter accumulation and nutrient quality of selected forage crops grown on saline soils

Jeong Gap Kim and Min Soo Han

#### Summary

A three year's field experiment was carried out on newly reclaimed tidal saline soils to evaluate the salt tolerance and growht characteristics, and their relationship to dry matter production and nutrient quality of main selected pasture species. Nine temperate grasses (14 varieties) and two forage crops (sorghum and pearl millet) were grown under different mulching treatments with medium sand and red-yellow soils (fine loamy materials of Typic Hapludults) from 1986 to 1988.

Tall wheatgrass, tall fescue, reed canarygrass and alfalfa showed a good tolerance to soil salinity, especially tall wheatgrass (cv. Alkar) produced 19.6 ton/ha dry matter yield annually under mulching treatment with medium sand depth in 1cm. Pearl millet (cv. Gahi-3) was also evaluated as a salt tolerable forage species.

Under salt stress in newly reclaimed tidal lands, plant showed a decrease in the assimilable leaf area (LA) as well as specific leaf area (SP. LA) and a low leaf weight ratio(LWR), and it resulted in a low concentration of crude protein and low digestible dry matter contents. Absorption of macro and micro elements in the plant on tidal lands was increased markedly.

#### I. 緒 論

最近 우리나라의 遊休干拓地 面積은 크게 增加하고 있으며 이같은 干拓地造成事業은 앞으로 繼續된 전망이어서 이들 干拓地에서의 粗飼料生産을 위한 耕地化研究가 관심의 對象이 되고 있다(황등, 1982; 任 등, 1984; 北村征生, 1986; 조, 1987; 金등, 1988; 玄, 1989). 그러나 權 및 金(1977), 宋 등(1981) 그간 遂行된 研究結果에 依하면 現在 우리나라에서 栽培되고 있는 牧草의 大部分은 耐塩性이

弱한 편이어서 새로 造成된 干拓地에서의 經濟的인 栽培가 어려울 것으로 評價되고 있다(장등, 1984; 韓등, 1989). 干拓地 土壤의 塩濃度는 灌水 및 土壤改良劑의 使用으로 一時的인 완화가 可能하나 그 後에도 地下水에서 上向移動된 塩의 地表面蓄積이 繼續적으로 進行되어 表)의 塩濃度는 再上昇 되는 데 이같은 塩의 表面蓄積은 特히 乾燥期에 甚한 것으로 報告되어 있다(오등, 1976; Mass 및 Hoffman, 1977; Francois, 1981; Keek 등, 1984; Pratt 등, 1984; 韓등, 1989). 이와같은 塩의 上向移動 및 表面蓄積은

地表面에서의 水分蒸發과 밀접한 關係에 있음을 착안하여 이미 報告된 第1報(金등, 1988)에서는 塩地土壤에 中砂(medium sand)를 利用 1cm 程度 被覆處理(sand mulching) 하므로서 水分蒸發에 따른 塩의 上向移動 및 地表面蓄積을 크게 抑制, 이들土壤에서 牧草의 安全栽培가 可能할 것임을 時寫한 바 있다. 以上の 試驗結果를 토대로 하여 本 研究에서는 造成後 4年이 經過된 干拓地에 牧草 9草種 14品種, 青刈用 飼料作物 2草種 6品種을 供試하여 sand mulching下에서의 牧草生育, 乾物生産性 및 植物體內的 飼料組成成分을 分析, 今後 造成되는 塩地에서의 栽培의 價値에 關하여 調査 檢討하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 圃場試驗

本 試驗은 京畿道 남양면 所在地로 干拓造成後 5年이 經過된 塩類土壤에서 1987년부터 1989년까지

3年間 遂行되었다. 試驗 1은 耐塩性牧草의 選拔試驗으로 牧草類에서 tall wheatgrass外 8草種 14品種, 青刈飼料作物로서 sorghum 및 pearl millet 6品種을 供試하여 乳塊法 4反復으로 配置하였다. 試驗 2는 모래(medium sand) 및 赤免土(red earth) 被覆이 除塩 및 牧草生育에 미치는 效果에 關한 試驗으로 tall fescue(cv. Fawn), tall wheatgrass(cv. Alkar), alfalfa(cv. Vernal) 및 sorghum-sudangrass hybrids(cv. Pioneer 988)를 供試草種으로 使用하였다. 土壤處理는 無處理直播區, 모래 1cm 被覆區, 모래 1cm+赤色土 2cm 및 4cm區, 모래 2cm+赤色土 2cm 및 4cm區 等 6處理로 하여 乳塊法 3反復으로 遂行하였다. 牧草播種은 매년 9月 上旬에 20cm 간격으로 drill播種하였으며 肥料는 年間 窒素 28kg, 磷酸 및 加里 各各 25kg/10a을 施用하였다. Sorghum 및 pearl millet은 各作物 모두 25cm로 細條播하여 窒素 20kg, 磷酸 및 加里肥料를 各各 15kg/10a씩 施肥하였다.

Table 1. Seasonal changes of soil salinity in surface (depth in 0-15 cm) and subsoils (16-30cm) of the experimental fields under mulching treatment.

	Electrical conductivity of soil salinity (mmhos/cm)							
	April	May	June	July	August	September	October	November
<i>No mulching</i>								
Surface soils	12.7	7.5	5.9	3.2	3.8	4.4	12.8	10.2
Subsoils	16.3	11.8	9.2	6.3	6.7	7.5	12.3	9.9
<i>Sand 1cm mulching</i>								
Surface soils	6.6	6.2	5.0	1.5	1.6	1.9	1.9	3.8
Subsoils	7.8	7.4	5.7	3.4	3.9	4.1	4.3	4.6

Table 2. General description on chemical properties of the experimental fields, taken as the mean value of surface layer and subsoils.

Experimental field	pH (1:5)	OM (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Exc. cation (me/100g)				CEC (me/100g)	T-N
				K	Ca	Mg	Na		
<i>Tidal lands</i>									
Surface soils	8.39	1.19	72.0	2.97	1.50	7.64	13.86	27.63	0.06
Subsoils	8.45	1.04	35.1	2.48	1.39	4.80	10.25	23.40	0.06
<i>Hilly pasturelands*</i>									
Surface soils	5.43	1.83	51.4	0.30	1.92	0.90	1.12	9.21	0.08
Subsoils	5.06	0.71	20.7	0.18	1.45	0.64	0.50	6.86	0.06

\*Experimental field was established on fine loamy Typic Hapludults (Songjeong loam, 7-10% slopes).

한편 이들栽培牧草에 對한 調査 및 評價에서는 耐塩性 및 收量 以外에 生育期間中 植物體의 LA (assimilable leaf area), SP.LA(specific leaf area), LWR(leaf weight ratio) 및 NAR(net assimilation rate) 등을 分析하여 이들 塩地栽培牧草의 生育特性을 一般土壤에서 栽培된 牧草와 比較 檢討하였다. 以上の 比較研究를 爲하여 本 試驗에서는 干拓地試驗과 同一한 方法으로 畜産試驗場區内の 花崗岩 赤黃色土壤(fine loamy Typic Hapludults)을 供試土壤으로 하여 別途의 圃場을 設置하였다(Table 2).

## 2. Mineral 및 Weender 飼料成分 分析

圃場試驗의 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 理化學成分 變化를 分析하였다(第1報; 金동, 1988).

한편 栽培된 牧草의 macro(P, K, Ca, Mg, Na) 및 micro elements(Mn, Fe, Cu, Zn)와 Weender 飼料成分, 乾物消化率 等은 VDLVFA(1976) 및 Kirchgessner(1976) 方法으로 分析 評價하였다.

## III. 結果 및 考察

### 1. 牧草의 耐塩性 및 乾物收量

Table 3은 우리나라에서 栽培되고 있는 主要牧草의 耐塩성과 干拓地栽培에서의 年間 乾物生産性을 나타낸 것이다. 牧草의 耐塩성은 tall wheatgrass 草種이 가장 強한 것으로 評價되었는데 이들 草種中 特히 Alkar 品種은 年間收量에서 生草 58.27톤, 乾物 19.62톤/ha를 生産, 一般土壤에서와 同一한 水準을 보였다. 그 以外에도 tall fescue, reed canarygrass 및 alfalfa 草種이 塩地에서의 生育 및 生産성이 良好한 것으로 나타났는데 이들 草種中 tall fescue 및 alfalfa의 耐塩성에 關하여는 이미 宋동(1981) 및 任동(1984)에 依한 많은 國內試驗이 이루어진바 있다. 供試牧草中 우리나라에서 現在 가장 널리 利用되고 있는 orchardgrass와 ladino clover는 耐塩성이 弱해 干拓地栽培에 不適合한 것으로 調査되었다.

青刈用 飼料作物中 sorghum類에서는 순수 sorghum hybrid 係統(cv. Pioneer 931)이 耐塩성이 弱

한데 反해 sorghum-sudangrass Pioneer hybrid의 988은 生育狀態가 良好, 年間 11.96톤/ha의 乾物生産이 可能하였다. 한편 最近 青刈用 飼料作物로 栽培되고 있는 pearl millet은 sorghum보다 耐塩성이 強한 편이며 特히 供試品種中 Gahi-3는 年間 17.19톤/ha의 乾物을 生産하였다. 以上の 結果를 綜合하여 볼 때 tall wheatgrass의 Alkar 品種은 기히 耐塩性草種으로 報告된 tall fescue 및 alfalfa (Francois, 1981; 宋동, 1981; 任동, 1984; 조, 1987)보다 耐塩性 및 乾物生産성이 顯著하게 높은 편이어서 今後 造成되는 干拓地栽培用 牧草로서의 展望이 期待된다(韓동, 1989).

### 2. 干拓地栽培牧草의 生育特性

塩類土壤에서 栽培된 牧草의 경우 根發育의 不良으로 因하여 植物體의 R/T率(root/top ratio)이 顯著히 減少되고 있음은 이미 第I報(金동, 1988)에서 檢討된바 있다. 한편 塩地生育 牧草는 以上과 같은 根發育 以外에 地上部生育에서도 特징적인 生育形態를 보여 一般土壤에서 栽培된 牧草에 비해 植物體의 部位別生育 및 收量構成과 이에 따른 Weender 飼料成分의 構成에 있어 큰 差異를 보였다.

Table 4는 tall fescue(cv. Fawn)의 出穂期에 收量構成要因에 對한 生理的 分析 結果를 表示한 것으로 干拓地栽培牧草의 경우 同化葉面積은 1.15(無處理)~2.04m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>(sand 1cm mulching)로서 一般草地에서의 同一 生育時期 8.61m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>에 비해 크게 萎縮生長 되었음을 알 수 있다. 이같은 原因으로 牧草의 收量構成에서 LA(leaf area)를 비롯한 SP, LA(specific leaf area) 및 LWR(leaf weight ratio) 등이 낮아 이들이 干拓地栽培牧草의 飼料成分 構成에 影響을 미치는 것으로 調査되었다(Table 6). 이와 같은 生育特性은 tall fescue 以外의 다른 牧草에서도 同一한 傾向이었는데 干拓地栽培 alfalfa의 경우 全生育期間을 통해 植物體의 LA, SP, LA 및 LWR 등이 一般土壤栽培에서 보다 顯著히 낮았다(Table 5). 以上の 結果에서 干拓地栽培牧草의 同化葉 伸長이 크게 萎縮된 것은 乾燥期間中 葉의 蒸散作用에 따른 塩障害(salt stress) 緩化를 爲한 植物體의 자율적인 生長反應에 基因된 것으로 생각된다(金동, 1988).

Table 3. Evaluation data on plant growth, salt tolerance and annual productivity of main selected pasture species and varieties grown on newly reclaimed tidal saline soils under mulching treatment with medium sand.

Pasture species and varieties	Growth* vigour (1-9)	Plant** length (cm)	Salt tolerance (1-9)	Green matter (ton/ha)			Dry matter (ton/ha)		
				1. cut	2. cut	Total	1. cut	2. cut	Total
<i>Ochardgrass</i>									
Potomac	9	-	9	-	-	-	-	-	-
<i>Tall fescue</i>									
Fawn	4	68	4	10.01	13.56	23.57	3.69	3.60	7.29
Safe	5	46	4	14.85	17.12	31.97	3.66	4.13	7.79
Kemal	5	57	5	8.38	3.56	11.94	2.22	1.00	3.22
<i>Tall wheatgrass</i>									
Alkar	2	106	3	39.15	19.12	58.27	13.91	5.71	19.69
Platte	3	83	3	19.28	10.45	29.73	6.45	4.17	10.62
<i>Italian ryegrass</i>									
Dalita	6	65	7	5.87	3.12	8.99	2.08	1.09	3.17
Tetrone	6	74	7	9.16	3.78	12.94	3.20	1.35	4.55
<i>Reed canarygrass</i>									
Vantage	5	56	5	9.38	12.89	22.27	3.47	3.76	7.23
<i>Alfalfa</i>									
HY-phy	6	40	5	8.34	5.12	13.46	2.73	1.44	4.17
Vernal	6	49	5	11.00	3.56	14.56	3.39	0.98	4.37
<i>Red clover</i>									
Kenland	8	48	8	7.03	-	7.03	2.03	-	2.03
<i>Ladino clover</i>									
California	9	6	9	-	-	-	-	-	-
<i>Birdsfoot trefoil</i>									
D-1004	7	24	6	8.22	6.80	15.02	1.85	1.6	3.41
<i>Sorghum hybrids</i>									
Pioneer 931	8	91	8	6.88	-	6.88	1.58	-	1.58
Pioneer 988	5	145	5	42.11	-	42.11	11.96	-	11.96
GW 9110G	6	123	6	30.92	-	30.92	7.46	-	7.46
NC 855	7	141	6	17.13	-	17.13	5.34	-	5.34
<i>Pearl millet</i>									
Gahi-3	3	132	4	84.57	-	84.57	17.19	-	17.19
Tief leaf	5	95	5	47.47	-	47.47	10.24	-	10.24

\*Growth vigour (1-9) : 1=Normal growth, 9= Poor growth (no describable harvest).

\*\*Plant length was taken as the mean value of two cuts.

Table 4. Plant length, assimilable leaf area and dry matter yield of tall fescue cv. Fawn under different mulching treatments with medium sand, evaluated at the heading stage.

	Plant length (cm)	Leaf area (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	Leaf weight ratio (LW/PW)	Specific leaf area (cm <sup>2</sup> /g)	Dry matter (ton/ha)
No mulching	37	1.15	0.314	57	0.65
Sand 1cm	75	2.04	0.398	105	4.87
Sand 1cm + RE 2cm	71	1.82	0.369	164	3.01
Sand 1cm + RE 4cm	85	2.68	0.525	121	4.20
Sand 2cm + RE 2cm	90	3.07	0.605	108	4.68
Sand 2cm + RE 4cm	95	2.83	0.560	104	5.06
Hilly pasturelands	102	8.61	0.553	417	4.24

RE = red earth derived from fine loamy Typic Hapludults.

Table 5. Changes in the plant length, assimilable leaf area and dry matter yields of alfalfa (cv. Vernal) under different mulching treatments with medium sand and red earth.

Treatment of sand mulching	1st growth					2nd growth					3rd growth					Annual DM yield (kg/10a)
	PL	LA	LWR	SPLA	NAR	PL	LA	LWR	SPLA	NAR	PL	LA	LWR	SPLA	NAR	
No mulching	21	0.25	0.31	130	0.72	11	0.13	0.39	152	0.40	-	-	-	-	-	184
Sand 1cm	50	2.56	0.38	144	0.69	37	1.45	0.45	137	0.32	25	0.44	0.26	138	0.74	827
Sand 1cm + RE 2cm	52	2.33	0.43	121	0.63	50	2.49	0.44	155	0.35	27	0.92	0.37	106	0.52	1053
Sand 1cm + RE 4cm	73	3.79	0.36	191	0.74	57	2.31	0.37	153	0.39	24	1.37	0.27	143	0.60	1172
Average	49	2.23	0.37	147	0.70	39	1.60	0.41	149	0.37	25	0.91	0.30	129	0.62	809
Hilly Pasturelands	83	4.64	0.63	305	0.42	56	6.02	0.60	499	0.24	42	4.57	0.51	415	0.38	1331

PL = Plant length, LA = assimilable leaf area, LWR = leaf weight ratio, SP.LA = specific leaf area, NAR = net assimilation rate.

### 3. Weender飼料成分 및 미네랄成分 變化

栽培된 牧草의 飼料成分 및 可消化乾物含量은 干拓地와 一般草地栽培 牧草間에 큰 差異가 있었다. Weender 飼料成分中 特別히 粗蛋白質 含量은 干拓地栽培에서 크게 떨어지는 結果를 보였는데 作物別로는 tall fescue 出穗期の 粗蛋白質 含量은 10.84% 로서 一般草地栽培 16.81%에 비해 顯著하게 낮은 水準이었다. 이같은 傾向은 sorghum 植物의 경우 더욱 크게 나타나 一般田土壤에서 栽培된 sorghum 出穗期の 粗蛋白質 含量이 15.35%인데 비해 干拓地栽培에서는 겨우 6.25% 이었다. 이와같이 塩地栽培 牧草에서 粗蛋白質 含量이 크게 떨어지는 것은 이미 生育特性에서 說明된 바와같이 同化葉 伸長の 萎縮으로 因하여 LA를 비롯한 SP.LA

및 LWR比率이 낮아진데 原因이 있다(金동, 1988; 韓壽, 1989). 한편 Weender 飼料成分中 粗灰分含量은 各作物 共히 干拓地栽培에서 높았는데 이는 Table 2에서 보듯바와 같이 一般의으로 새로 造成된 干拓地土壤(海成土)의 경우 殘積土壤에 비해 Na를 비롯한 Mg, Mn, Fe 등 無機物을 많이 含有하고 있는 것으로 報告되어 있어(OSSD, 1971; 조, 1987; 玄, 1989) 栽培植物에 依해 이를 mineral 成分의 吸收가 크게 增加되었기 때문으로 생각된다. 干拓地栽培牧草의 消化率은 Weender 飼料成分中 可溶無窒素的 含量이 多少 增加 되었음에도 粗蛋白質 含量이 크게 떨어지는 등 飼料成分構成上의 不利한 條件으로 因하여 一般草地 牧草에 비해 多少 낮은 것으로 評價되었다.

Table 6. Weender components and digestible dry matter content of tall fescue (cv. Fawn), alfalfa (cv. Vernal) and sorghum (cv. Pioneer 988) grown on newly reclaimed tidal lands and residual red-yellow soils, evaluated at the boot stage.

	Crude ash	Crude fat	Crude protein	Crude fiber	N-free extract	Digestible dry matter
----- % -----						
<i>Tidal saline soils</i>						
Tall fescue	10.44	3.62	10.84	27.18	47.92	52.40
Alfalfa	8.95	5.40	15.84	26.18	43.63	62.50
Sorghum	9.37	3.05	6.25	31.27	50.06	54.45
<i>Hilly Pasturelands</i>						
Tall fescue	8.46	3.56	16.81	30.15	41.02	58.00
Alfalfa	8.13	4.16	21.58	27.39	38.74	66.00
Sorghum	8.19	4.03	15.35	29.30	43.13	57.80

Table 7. Changes in the macro and micro elements of alfalfa and tall fescue grown on newly reclaimed tidal lands under different mulching treatments with medium sand and red earth, evaluated at the boot stage.

Treatment of sand mulching	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	Fe	Cu	Zn
	----- (%) -----			----- (mg/kg) -----			-----		
<i>Alfalfa (cv. Vernal)</i>									
No mulching	0.19	4.34	0.87	0.39	0.45	53.7	803.8	66.3	91.3
Sand 1cm	0.18	3.52	0.81	0.38	0.41	65.0	227.5	16.3	82.5
Sand 1cm + RE 2cm	0.21	3.61	0.66	0.32	0.23	48.8	318.8	17.5	50.0
Sand 1cm + RE 4cm	0.25	3.76	0.70	0.38	0.21	92.5	528.8	17.5	66.3
Sand 2cm + RE 2cm	0.22	3.25	0.84	0.28	0.36	35.0	192.5	20.0	57.5
Sand 2cm + RE 4cm	0.21	3.53	0.84	0.34	0.38	65.0	320.0	13.8	45.0
<i>Tall fescue (cv. Fawn)</i>									
No mulching	0.16	3.04	0.34	0.19	0.72	63.8	500.0	12.5	25.0
Sand 1cm	0.19	4.03	0.41	0.21	0.59	51.3	143.8	5.0	26.3
Sand 1cm + RE 2cm	0.13	4.56	0.29	0.56	0.51	65.0	241.3	3.5	52.5
Sand 1cm + RE 4cm	0.11	4.12	0.43	0.23	0.41	112.5	173.7	7.5	40.0
Sand 2cm + RE 2cm	0.14	4.09	0.38	0.21	0.73	58.6	228.9	7.5	53.8
Sand 2cm + RE 4cm	0.11	3.90	0.46	0.20	0.48	87.5	183.8	10.0	20.0

#### IV. 摘 要

本試驗은 干拓地土壤에 있어서 牧草의 生育特性과 乾物 및 飼料成分 蓄積形態 究明을 爲해 tall wheatgrass를 비롯한 牧草 9草種(14品種)과 青刈用 飼料作物로서 sorghum(4品種)과 Pearl millet(2

品種)을 供試草種으로 하여 1986~'88年間 遂行되었다.

供試牧草中 tall wheatgrass, reed canarygrass tall fescue 및 alfalfa 등이 耐鹽性草種으로 評價되었으며 이들중 特히 tall wheatgrass의 Alkar 品種은 年間 乾物收量 19.62톤/ha을 生産, 今後 干拓

地栽培用 牧草로서의 展望이 期待된다. 한편 靑刈 飼料作物으로서 pearl millet 草種도 耐塩性이 強한 편이어서 年間 17.19톤/ha의 乾物生産이 可能하였다.

干拓地에서 栽培된 牧草는 同化葉 伸長의 萎縮으로 植物體의 leaf area(LA), specific leaf area(SP. LA) 및 leaf weight ratio(LWR) 등이 一般土壤栽培에서보다 顯著히 낮았다. 이 結果 Weender 飼料成分中 特히 粗蛋白質 含量이 크게 減少되었으며 可消化乾物 含量도 一般草地에서보다 若干 떨어지는 結果를 보였다. 한편 干拓地栽培牧草의 경우 mineral 成分 含量은 一般草地에서보다 높은 편이었으며 이들중 特히 Na, Mg 및 Fe 含量이 顯著的 增加를 보였다.

## V. 引用文獻

1. Francois, L.E. 1981. Alfalfa management under saline condition with zero leaching. *Agron. J.* 73: 1042-1045.
2. 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.
3. Mass, E.V. and G.J. Hoffman. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. *J. Irri. Drain Div. Proc. Am. Soc. Civ. Eng.* 103(IR): 115-134.
4. Official Soil Series Description. 1971. Institute of Plant Environment, RDA, Korea.
5. U.S. Salinity Laboratory Staff. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.* USDA, Handb. 60, U.S. Government Printing Office, Washington DC.
6. VDLVFA. 1976. *Methodenbuch, Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln.* Verlag Neumann-Neudamm: 4.1.1-6.4.1.
7. 金正甲, 韓敏洙, 李相範, 韓興傳. 1988. 干拓地 飼料作物栽培에 있어서 모래를 이용한 土壤 mulching의 效果. I. 除塩效果와 作物生育. *韓草誌* 8(1): 55-60.
8. 宋珍達, 李基鍾, 李鍾烈. 1981. 干拓地 耐塩性 飼料作物 選拔試驗. *畜試研報*: 782-789.
9. 오영택, 홍종운, 이정기. 1976. 干拓地 除塩促進에 關한 研究. *農技研報*: 485-529.
10. 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.
11. 장효상, 이종영, 최승일, 하기용. 1984. 干拓地 畚裏作 選定試驗. *湖試研報*: 699-700.
12. 조영길. 1987. 新干拓地 田作物 栽培土壤 物理性改良. *農技研報*: 90-93.
13. 韓敏洙, 金正甲, 李相範, 韓興傳. 1989. 干拓地 土壤에서 牧草의 耐塩性, 收量 및 Weender 飼料成分에 關한 研究. *農試論文集(畜産)* 31(4): 36-40.
14. 황선웅, 이용재, 홍종운, 윤정희, 박양호, 황기성. 1982. 干拓畚의 石灰포화도 增進에 關한 研究. *農技研報*: 669-683.
15. 香川邦雄, 菅沼活敏, 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 江及お灌溉水の塩分濃度の影響. *日本土肥誌* 56(2): 147-152.
16. 玄根洙. 1989. 大湖新干拓地 土壤特性에 關한 研究. 尚志大學. 碩士學位論文.