

干拓年數에 따른 土性 및 作土層位別 數種 化學成分變化 差異에 관한 研究

金 性 采*

Changes of some chemical constituents in different soil depth with textures of Fluvio-marine soil under assessment of reclamation duration

Seong Chae Kim

Summary

A series of field and laboratory experiments were conducted to find out the changes of some soil chemical constituents in different soil depth with three different soil textures as Bongnam-clayey, Gwanghwal-silty loam and Mangyeong fine sandy soil on the assessment of reclamation duration in Fluvio-marine soil.

The result obtained were summarized as follows;

1. Exchangeable potassium, calcium, magnesium, sodium with manganese, silica and cation exchange capacity were remarkably decreased with assessment of reclamation duration. Decreasing tendency was pronounced more in sandy soil than silty loam or clayly soil.
2. Soil organic matter content in top soil was increased with increasing of reclamation years. From reclamation time, about 30 years in clayly and about 80 years in silty loam and sandy soil were necessary for the maintenance of averaged organic matter content to 2.5%.
3. Potassium activity ratio ($K/\sqrt{Ca+Mg+Na}$) was differed with soil depth, soil texture and assessment of reclamation duration. About 50 years is may be necessary for the maintenance of potassium activities ratio in ordinary paddy soil of 0.05-0.2.
4. Percent of adsorbed sodium (PAS), ratio of adsorbed sodium (RAS) and ratio of sodium adsorption(RSA) were remarkably decreased with assessment of reclamation duration. Specially, decreasing tendency was pronounced more in sandy soil than silty loam and clayly soil.
5. Amount of clay content in subsoil was apparently decreased during 30 years of reclamation, but clay contents in top soil was apparently decreased 50 years after reclamation.

緒 言

우리나라에서 干潟地土壤을 改良하여 農耕地로 利用한 것은 確實한 記錄은 없으나 高麗 高宗 43年 江華島

에서 干潟地를 막아 農耕地로 利用한 것이 最初로 알려져 있고¹⁾ 干拓地에 對한 研究는 勸業 模範試驗場이 發足된 1921年 以後 本格的으로 干拓地의 分布 面積 및 利用實態 등이 調査된 것으로 알려져 있다.¹⁾

* 全羅南道振興院 試驗局 (Jeon Nam Provincial Rural Development Administration)

同一 干拓年代에 있어서 土性別 化學成分 差異는 砂質土壤이 埴質土壤에 比하여 水溶性 石灰 45%, 苦土 22%, 소-다 28%, 加里 50%, 鹽素 26% 程度가 낮으며 또한 乾土效果가 29% 程度로 낮은 傾向을 보였다.⁶⁾

吉野⁷⁾에 의하면 埴質土壤의 表土에서 干拓後 15年에서 300年이 經過함에 따라 鹽基置換容量은 42.2에서 28.7 me/100g으로, 鹽基飽和度는 83.7에서 47.2%로, 鹽分은 390에서 6.0me/100g으로 줄어진 反面에 有機物含量은 2.0에서 4.8%로 乾土效果는 5.0에서 13.8로, 石灰飽和度는 17.9에서 29.8%로 增加되었다고 報告하였다.

米田⁸⁾는 水稻生産力 推移와 土壤斷面과의 關係調查結果 水稻生産은 干拓後 50~100年頃に 最高收量을 보였으며 130年以後 부터는 漸次 減收의 傾向을 보였는데 減收의 原因은 鐵, 망강, 珪酸 및 粘土 等の 溶脫, 쟁기바닥層의 生成으로 土壤養分の 移動 供給 等이 困難한 것에 原因되었다고 하였다.

古賀⁹⁾에 의하면 干拓地 土壤中 鹽分の 變化는 降雨量 보다는 蒸發量의 影響이 더 크고 干拓後 3年頃부터 田畝 모두 土層分化가 生成된다고 하였다.

本調査 研究은 干拓年數에 따라 土性別 數種 土壤理化學性的 變化程度를 밝혀 干拓地 土壤改良 基礎資料를 얻고져 實施한 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本試驗에 供試된 土壤은 全南 羅州郡 公山面 花山里 所在 鳳南統과 榮光郡 榮光邑 德興里 所在 廣活統 및 榮光郡 白岫面 上砂里 地域의 萬頃統의 畚土壤에서 干拓年代別로 作土層을 0-10, 10-20, 20-30等的의 길이로 區分하여 採取하였다. 干拓年數는 確實한 古證이 없어 그 地方의 口傳과 高齡者의 證言等에 의하여 1, 10, 30, 50, 100, 200 및 300年으로 區分하였다.

土壤斷面調査와 土壤의 理化學分析方法은 農業技術研究所 土壤調査便覽 및 土壤分析法에 의하여 實施하였다.

結果 및 考察

干拓年數에 따른 作土의 深度別 土性에 따른 數種

土壤理化學的成分 變化의 調査結果는 表1과 같다.

表에서와 같이 干拓初年度에 있어서 表土의 pH는 干拓年數가 經過됨에 따라 低下되었으며 低下되는 程度는 砂質, 壤質 및 埴質土壤의 順으로 빨랐다.

土壤有機物은 干拓初年度에 比하여 干拓年數가 增加됨에 따라 增加되었는데 增加되는 程度는 砂質土壤에서 顯著한 增加를 보였다.

그리고 石灰, 加里, 苦土, 소-다, 망강, 珪酸, 鐵 및 陽 ion 置換容量等은 大體로 干拓年數가 經過됨에 따라 減少되는 傾向을 보였는데 特히 망강, 珪酸, 鐵等의 成分 減少가 顯著하였다.

土性別 減少程度는 埴質土壤에서보다 砂質土壤에서 減少가 뚜렷하였다. 그러나 磷酸은 埴質土壤에서 增減의 傾向이 뚜렷하지 않고 壤質 및 砂質土壤에서 干拓初年보다 干拓後 30~50年頃까지 增加 傾向을 보였으나 100年頃부터는 減少의 傾向을 나타내었다.

한편 干拓年數에 따른 土性別 表土中の 有機物 變化程度를 보면 그림1과 같다.

그림에서 보면 干拓年數가 經過하면 할수록 表土中の 土壤有機物 含量은 增加되었다. 有機物의 增加程度는 埴質, 壤質 및 砂質土壤의 順으로 많이 增加되었으나 增加되는 速度는 오히려 이와 反對의 傾向을 보였다. 그리고 우리나라 畚土壤의 有機物 全國 平均値라고 볼때 이值에 達할 수 있는 年數는 埴質土壤의 경우 約30年이 消費된다고 볼 수 있으며 壤質土壤과 砂質土壤의 경우는 아마도 80年 以上이 消費되는 結果를 보였다.

한편 干拓年數에 따른 作土中の 粘土含量 變化를 보면 그림2와 같다.

作土層別로 粘土含量은 干拓年數가 經過할수록 低下되었으며 低下되는 程度는 干拓後 30年頃に 가장 많이 低下되었으며 以後 50年까지 多少 增加의 傾向을 보였으나 다시 큰幅으로 低下되었다. 그런데 土壤 層別로 粘土含量의 變化差異는 干拓後 30年까지는 0~10cm 部位의 粘土含量 變化는 크지 않으나 오히려 20~30cm 部位의 下層土粘土含量의 減少差가 컸으나 干拓後 50年 以後부터는 이와 反對의 結果를 보였다.

即 干拓初期에는 表土中の 粘土가 下層으로 移動이 甚했으나 干拓後 年數가 增加할수록 下層部의 粘土의 集積이 큰 것으로 보였다.

Table 1. Changes of some soil chemical constituent in different depth and soil textures under different reclamation ages

Year	Depth	Texture	pH (1:5)	O-M (%)	Ava. P ₂ O ₅ (ppm)	Exch. bas (me/100g)				C.E.C (me/100g)	Act. Fe. (%)	Av.		
						Ca	Mg	Na	K			Mn (ppm)	SiO ₂ (ppm)	
1	0-10	CL	7.0	2.1	46	2.88	11.1	13.1	2.75	21.0	1.19	39.0	307	
		SiL	7.5	1.1	56	2.25	6.7	6.5	1.30	13.0	0.62	201.0	375	
		SL	8.4	0.4	31	3.48	3.3	10.8	1.08	15.7	-	40.0	200	
10	0-10	CL	6.0	2.1	47	2.75	10.5	6.1	1.75	20.2	1.26	202.0	161	
		SiL	6.8	1.4	47	3.13	6.3	0.9	0.60	13.2	0.73	207	287	
		SL	8.2	0.8	69	2.75	3.9	0.9	0.36	7.1	0.36	63	238	
	10-20	CL	5.9	1.6	3	2.63	11.3	8.1	2.00	21.7	1.41	355	192	
		SiL	7.1	1.5	45	3.25	6.3	1.0	0.68	12.8	0.66	182	297	
		SL	8.7	0.5	36	5.50	4.6	1.6	0.69	7.7	0.69	75	310	
20-30	CL	4.4	1.9	4	1.88	8.1	8.5	1.88	20.5	1.16	37	143		
	SiL	7.1	1.0	44	3.63	8.0	2.8	1.33	15.8	0.59	277	503		
30	0-10	CL	5.5	2.7	63	3.00	4.8	1.2	0.63	15.2	0.41	143	75	
		SiL	5.8	1.6	127	2.50	5.3	0.9	0.50	12.7	0.84	227	127	
		SL	8.2	2.0	300	10.13	7.0	2.1	0.63	9.7	-	125	400	
	10-20	CL	5.9	2.3	57	3.38	7.4	1.5	0.88	17.1	0.41	124	145	
		SiL	7.0	1.5	210	2.88	6.3	1.2	0.60	17.8	0.84	240	210	
		SL	8.2	1.1	254	5.25	5.6	1.7	0.75	9.2	-	122	396	
	20-30	CL	5.8	1.8	18	3.00	8.3	1.8	1.13	18.0	1.69	174	145	
		SiL	7.3	1.1	308	2.63	6.8	1.2	0.83	14.1	0.78	293	308	
		SL	8.3	0.7	152	7.23	5.3	2.3	0.85	7.9	-	116	378	
	50	0-10	CL	5.5	2.6	54	2.75	5.0	1.3	0.36	15.3	1.22	65	158
			SiL	5.8	1.8	76	3.13	2.5	0.9	0.25	11.5	0.55	103	76
			SL	7.9	2.1	330	12.20	6.5	0.8	0.38	10.3	-	142	463
10-20		CL	5.5	2.4	56	2.75	6.3	1.4	0.63	15.5	1.31	72	158	
		SiL	6.1	1.9	76	3.25	4.0	1.1	0.33	9.7	0.55	93	111	
		SL	8.4	1.5	298	19.73	6.4	1.0	0.52	8.6	-	109	395	
20-30	CL	5.0	1.9	5	1.75	6.3	2.3	0.13	18.5	1.31	21	164		
	SiL	7.4	0.6	17	2.88	4.4	1.3	0.55	9.3	0.55	277	237		
100	0-10	CL	8.4	1.0	222	7.35	5.2	1.2	0.63	7.7	-	111	378	
		CL	5.7	3.0	37	2.75	2.4	0.8	0.33	10.8	1.34	35	60	
		SiL	5.0	2.3	122	2.88	3.5	1.0	0.30	12.4	0.78	133	74	
	10-20	SL	5.4	2.1	109	2.05	2.0	0.3	0.22	7.3	-	40	26	
		CL	5.7	2.4	16	2.00	3.4	0.7	0.21	11.4	1.78	39	60	
		SiL	5.9	2.2	111	2.88	4.0	0.7	0.35	12.4	0.88	112	112	
	20-30	SL	5.4	0.9	92	1.95	2.3	1.1	0.27	7.2	-	66	29	
		CL	5.5	1.7	13	2.00	3.8	0.8	0.50	12.4	2.63	18	121	
		SiL	7.0	0.9	34	3.63	7.8	1.3	0.83	14.5	0.81	450	303	
	SL	7.4	2.2	62	2.40	4.1	0.4	0.39	8.6	-	193	127		

干拓年數 經過에 따른 作土中の 加里活性度比 (K / $\sqrt{Ca+Mg+Na}$)를 보면 그림 3과 같다.

그림에서 보면 加里活性度比는 干拓年數가 經過할수록 漸次 低下되었으며 干拓後 30년부터는 큰 變化를 보이지 않았다. 한편 土性別 活性度比 差異를 보면 植質土壤에서 干拓後 30年頃까지 가장 큰 變化를 보였다.

作土中の Na⁺ion 吸收率, 吸收比 및 活性度比 등의 干拓年數, 土性 및 土壤層別 差異 調査結果는 表 2와 같다.

먼저 土壤中 Na⁺ion 吸收率을 보면 干拓年數가 經過할수록 低下되는 傾向을 보였으며 減少되는 傾向은 砂質土壤에서 가장 높았으며 다음은 植質土壤이었고 壤質土壤에서 가장 완만한 結果를 보였다. 그리고 作

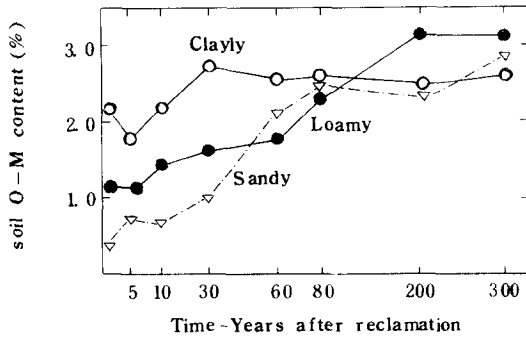


Fig. 1. Changes of soil organic matter content in top soil of different soil texture under assessment of reclamation ages.

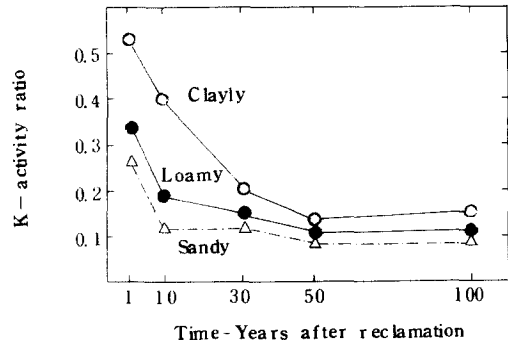


Fig. 3. Changes of potassium activity ratio ($K/\sqrt{Ca+Mg+Na}$) in top soil of different soil texture under assessment of reclamation ages.

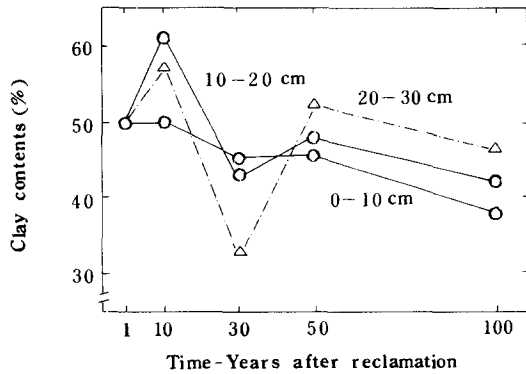


Fig. 2. Changes of clay contents in clayly soil with different soil depth (less than 0.002 mm).

土層別 變化의 差異는 干拓後 10年頃까지는 表土에 比하여 20~30cm의 深土에서 Na^{+} ion 吸收率이 가장 높았으나 30年以後부터는 表土에서 높고 그 變化程度는 아주 緩慢하였다.

陽 ion 置換容量에 대한 Na^{+} ion의 吸着比($Na/T-Na$)는 干拓初期에는 100~220 程度였으나 干拓 10年以後는 急激히 減少하였으나 30年頃부터는 緩慢한 減少傾向을 보였다. 그리고 土層別 吸着比는 干拓初年度에 있어서 表土에 比하여 深土에서 높았으나 干拓後 30年頃 以後에는 大體로 큰 差異를 보이지 않았다.

Table 2. Changes of PAS, RAS, and RSA in different soil depth and soil texture under different reclamation ages

	PAS					RAS ($\times 10^{-10}$)					RSA					
		1	10	30	50	100	1	10	30	50	100	1	10	30	50	100
Clayly	0-10	62.4	30.1	7.9	8.5	7.4	165.8	43.3	8.6	9.3	8.0	4.95	2.37	0.61	0.	0.50
	10-20	-	12.8	6.7	9.0	6.0	-	8.5	9.6	9.9	6.5	-	3.07	0.65	0.	0.43
	20-30	-	41.5	10.0	12.4	6.5	-	70.8	11.1	9.9	6.5	-	3.81	0.76	1.	0.47
Silt loam	0-10	50.0	6.8	7.1	7.8	12.4	100.0	7.3	7.6	12.8	6.0	3.07	0.41	0.46	0.54	0.56
	10-20	-	12.8	6.7	11.3	5.6	-	8.5	7.2	12.8	6.0	-	0.46	0.56	0.58	0.38
	20-30	-	12.8	8.5	14.0	2.1	-	21.5	9.3	16.3	9.8	-	0.48	0.55	0.68	0.54
Sandy loam	0-10	189	12.6	7.1	21.6	7.8	220.4	14.5	27.6	8.4	4.3	5.87	0.49	0.72	0.13	0.21
	10-20	-	12.7	21.6	7.8	4.1	-	26.2	22.7	13.2	18.0	-	0.71	0.73	0.28	0.25
	20-30	-	65.1	29.1	15.6	4.7	-	186.4	41.1	18.6	4.9	-	2.29	0.92	0.48	0.22

PAS = Percent of Adsorbed sodium ($\frac{Na}{T} \times 100$, T: Cation Exchange Capacity).

RAS = Ratio of Adsorbed sodium ($\frac{Na}{T-Na}$).

RSA = Ratio of Sodium Adsorption ($\frac{Na}{\sqrt{Ca+Mg}}$).

그리고 Na^{+} ion 活性度比는 干拓初期에 3~5 程度로 대단히 높았으나 30年 以後부터는 0.5~0.2 程度에 머물렀다. 層位別로는 干拓初期에는 表土에 比하여 深土에서 높은 比率을 보였으나 30年 以後에는 作土層位別 뚜렷한 差異를 보이지 않았다.

以上の 結果를 綜合해 보면 우리나라 干拓地土壤의 一般的 化學性은 土壤有機物含量, 陽 ion 置換容量이 特히 낮으며 土壤中 窒素의 有機 및 無機化作用이 낮다.²⁾ 그리고 土壤은 鹽分濃度가 대단히 높아 他 ion 과의 比가 不均衡을 이루고 있으며 이로 인하여 土壤 및 土壤溶液의 pH가 대단히 높은 것으로 알려져 있다.²⁾

그리고 干拓後 耕作이 進行됨에 따라 灌溉水에 의하여 많은 量의 珪酸, 鐵, 망간, 粘土 등이 溶脫되어 肥沃度가 낮은 退化鹽土의 原因이 될 수도 있다. 한편 土壤肥沃度測定에서 보면 一般畚土壤에 比하여 微生物의 分布 및 數가 적고 尿素의 加水分解能이 낮아 水稻에 窒素吸收 利用率이 대단히 낮은 것으로 알려졌다.⁴⁾

須藤⁶⁾에 의하면 同一年數의 干拓地土壤中 水溶性 加里, 石灰, 苦土, 鹽素 및 소-나 등 成分의 土性別 差異는 埴質土壤보다 砂質土壤中 平均 20~50% 程度 낮은 것으로 報告하였는데 本試驗 結果와 類似한 傾向을 보였다.

吉野⁷⁾는 埴質土壤의 表土에서 干拓年數가 15年부터 300年間에 有機物의 變化를 調査한 結果 初期 2.0%에서 4.8%로 增加되었다고 하였으나 本試驗의 結果는 2.1%에서 2.6%로 6.5%밖에 增加되지 못했으나 오히려 砂質土壤中에서는 干拓初期 0.4%인 土壤이 干拓 300年 以後에는 3.1%로 增加되어 本試驗 結果는 砂質土壤中 有機物의 增加幅이 큰 것으로 알려졌다. 勿論 畚土壤中 有機物의 增加는 有機物의 施用量, 種類, 方法 및 土壤中 分解程度에 따라서 相異한 것으로 생각되나 本試驗結果 干拓地 埴質보다 砂質에서 有機物의 增加幅이 큰 것은 排水不良한 埴質土壤中 有機物施用量을 棄避한데 있지 않은가 생각된다.

米田⁷⁾의 試驗結果에 의하면 干拓年數의 經過에 따른 土壤成分變化中 망간, 珪酸 및 粘土의 減少가 가장 컸다고 하였는데 本試驗結果도 類似한 傾向을 얻었다.

그리고 干拓地土壤의 加里活性度比를 檢討해 보면 干拓初期 埴質土壤 0.5, 壤質土壤 0.3 그리고 砂質土壤이 0.25였는데 朴等⁵⁾이 報告한 一般畚土壤의 0.05~0.2 程度에 이르기까지는 最小한 50年 以上이 經過

되어야 될 것으로 생각된다.

要 約

干拓年數에 따라 土層別 土性이 다른 土壤에서 數種 土壤化學成分 變化程度를 알고져 鳳南統, 廣活統 및 萬頃統의 畚土壤을 供試하여 試驗한 結果를 보면 다음과 같다.

1. 土壤中 加里, 石灰, 苦土, 소-나, 망간, 珪酸 및 陽 ion 置換容量等은 干拓年數가 經過할수록 顯著한 減少를 보였음.

2. 土壤有機物含量은 干拓年數의 經過에 따라 增加되었는데 增加程度는 砂質土壤中 顯著하였다. 그리고 우리나라 全國畚土壤 平均値 2.5%에 達하기 위해서는 干拓後 埴質土壤은 30年 壤質과 砂質土壤은 約 80年이 經過되어야 할 것으로 豫測되어짐.

3. 土壤中 加里活性度比는 土性 및 作土層位에 따라 相異했으나 一般畚土壤의 平均 0.05~0.2 程度에 達하기 위해서는 約 50年이 消費될 것으로 豫測되어짐.

4. Na^{+} ion의 吸收率, 吸着比等은 干拓年數에 따라 顯著한 差異를 보였는데 特히 砂質土壤中 減少의 程度가 뚜렷하였음.

5. 干拓年數에 따른 粘土含量變化는 土層別로 相異했는데 干拓後 30年頃까지는 深土의 溶脫이 顯著했으나 50年 以後는 表土에서 溶脫이 큰 傾向을 보였음.

引 用 文 獻

1. Chang, Y.S. 1983. Effects of phosphorus application on rice growth, yield and changes in characteristics of newly reclaimed polder soil. The Res. Report of O.R.D. Vol. 25. (S.P.M.U.) p.1-17.
2. Jeong, Y.G. 1984. The influence of electric conductivity and inorganic salts on the growth of rice in saline soil. Ph. D. Thesis. p. 14-30.
3. 古賀汎. 1960. 干拓地における 稻作期間中の 土壤と 養分吸收について. 九州農試研報 24 : 224.
4. Lee, S.K., Kim, Y.S., Hwang, S.W., Park, J.K. and Y.S. Chang. 1985. Effect of rice straw and gypsum on the changes of urease, nitrate reductase, and nitrite reductase activities in saline paddy soil. J. Korean Soc. Soil Sci. and Fert. Vol. 18, No. 1.

- p. 105-110.
5. **Park, C.S. 1979. Fertility management of flooded rice soil. A proposal to minimize the biological production potential-performance gap of high yielding varieties. J. Korean Soc. Soil. Sci. and Fert. Vol 12, No. 3, p. 153-167.**
 6. 須藤考久, 塚本正一郎. 1965. 八郎瀉干拓地における水稻の栽培について. 東北農試報告 3: 33-76.
 7. 米田茂男. 1958. 干拓地の土壤肥料の關する綜説. 日土肥誌 28-10, 416-420.
 8. 吉野三男. 1969. 有明海干拓地土壤の熟田化に關する研究. 九州農試研報 2: 28, 217-219.