만경강과 동진강 유역 간척농경지 토양특성 구분과 농공학적인 관리 대책

황선웅* · 강종국 · 이경도 · 이경보 · 박기훈 · 정덕영¹

농촌진흥청 국립식량과학원 벼맥류부, 충남대학교 농업생명과학대학¹

Division of Soil Properties in Reclaimed Land of the Mangyeong and Dongjin River Basin and Their Agricultural Engineering Management

Seon-Woong Hwang*, Jong-Gook Kang, Kyung-Do Lee, Kyung-Bo Lee,
Ki-Hun Park, and Doug-Young Chung¹

Department of Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

¹College of Agricultural and Life science, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

The physical and chemical properties of soil in the Mangyeong and Dongjin river basin had been investigated in order to establish the most optimum soil improvement plan on the reclaimed land. The total soil area by reclamation in Saemangeum basin is 113,971 ha. The classification by the distribution of soil series and soil texture is as following. 13 soil series including Chonnam, Buyong and Chonbuk series are period-unknown areas. Regarding the soil texture, they are fine silty ~ clayey very fine. From 1920s to 1960s, Mangyeong, Gwanghwal and Chonbuk series had coarse silty textured soil. After the 1970s, Mangyeong, Gwanghwal, Munpo, Yeompo, Poseung, Gapo and Hasa series have more sandy soil ~ moderately coarse loamy textured soil. Regarding the chemical properties, the concentrations of EC, Exch. K^+ , Mg^{2+} , Na^+ and pH are high regardless of the time of reclamation. On the other hand, organic matter (OM) of top soil were 3.3 ~ 16.1 g kg^{-1} . The organic matter contents were very low though the soil had been farmed for a long time. Furthermore, the deep soil had almost no organic matter with 5.6 ~ 1.1 g kg^{-1} . The reason is believed that there had not been any movement of OM and clay because pressure or induced pans had been formed by large agricultural machineries and poor vertical drain. Regarding the forming of illuvial horizon (B layer) which tells the development extent of soil, only in the Hwapo reclaimed area where rice had been cultivated for past 90 years, Fe and Mn from top soil are deposited at underground 20~30 cm with 7~8 cm thickness by the movement of clay. It is believed that it had been possible because the earthiness is silty clay loam soil with relatively high content of clay. The soils are soil with concern of damage from sea water, soil on flimsy ground and sandy soil. Therefore, soil improvement for stable crop production can be expected; if the water table would be lowered by subsurface drainage, the water permeability would be enhanced by gypsum and organic matter, and the sandy soil would be replaced by red soil with high content of clay.

Key words: Reclaimed land, Soil series, Soil physicochemical properties, Soil management guideline

서 언

우리나라 간척지 면적은 135,100 ha나 되는데, 이 면적은 1970년대 초에 시작된 식량증산과 쌀값을 높이는 고미가 정책의 일환으로 정부 주도에 의해 조성된 간척지로서 지금까지 공식적으로 사용하고 있는 자료이기도 하다. 최초의 간척지는 고려 고종 19년에 몽고군의 침입으로 강화도에 천도하면서 군량미를 생산하기 위해 독을 쌓고 간척지를 조성한

것을 보면, 예나 지금이나 식량을 얻기 위해서 간척지를 조성하였음을 알 수 있다 (Choi et al., 1987; Kim et al., 1984).

그러나 이보다 훨씬 이전에 만경강과 동진강 상류에 있는 지천을 막고 또 퇴적물이 쌓이면서 간척지가 생성되었기 때문에 우리나라 간척역사는 고려시대가 아닌 삼국시대 이전으로 거슬러 올라가야 맞을 것 같다. 사실 만경강과 동진강을 중심으로 형성된 호남평야는 김제 벽골제와 황등에 있는 황등제 남쪽으로부터 정읍 논제까지 동서 40 km, 남북 90 km로 그 면적이 약 35만ha나 되었다. 특히 벽골제, 황등제, 논제 등 이름에서도 알 수 있듯이 제(堤) 자가 붙은 3처 수지는 의림지(池)와 같이 못을 만들어서 물을 가두어 놓은

접수 : 2012. 5. 18 수리 : 2012. 6. 1

*연락처 : Phone: +82638402262

E-mail: swhwang1954@korea.kr

것이 아니라 바다와 접한 낮은 지대에 일렬로 독을 쌓아 물을 모아서 농사에 이용하였던 저수지 임을 한자를 보아서도 알 수 있다 (Min and Kim, 1997).

이렇게 낮은 지대에 독을 쌓아서 만든 호남평야는 약 35만ha로서 우리나라 논 면적의 30% 정도를 차지 하지만 대부분 하해혼성충적토로서 토양 염기가 풍부하고 또 토양 유효규산함량이 많아서 비료를 어느 정도 증시하여도 도복이 잘 되지 않으므로 다른 지역에 비해 쌀 수량이 높은 것이 특징이다 (Shim et al., 1989). 본고에서는 만경강과 동진강 유역에 형성된 간척지 유래 호남평야의 토성, 토양통, 토양의 화학적 및 물리적 특성을 조사하여 간척지 조성연대별 토양발달 정도를 구명하였고 아울러 농공학적인 토양관리 방안을 제시하였다.

재료 및 방법

조사 간척지는 만경강과 동진강 유역에 분포하고 있는 조성 연대가 알려지지 않은 군산, 익산, 전주, 부안, 김제, 정읍지역 등 54,636 ha와 1920년대에 조성한 화포, 진봉, 광활, 대창, 서포 간척지 등 4,287 ha, 1930년대 회현, 도선장 간척지 3,390 ha, 1960년대 미면 간척지 2,339 ha, 1970년대 계화, 옥구 간척지 6,371 ha, 1980년대 임해공단 2,848 ha와 마지막으로 2000년대에 조성한 새만금 간척지 40,100

ha를 대상으로 하였는데 간척지구별 면적은 국가관리 방조제 실태조사 보고서에 준하여 산출하였고, 그 외 토양의 물리화학적 특성과 토양통 구분은 현장에서 토양시료를 채취 분석하여 결과를 도출하였으며 해당 토양특성에 따라 농공학적인 토양관리 대책을 제시하였다.

결과 및 고찰

연대별 간척지 조성면적 만경강과 동진강 유역에는 약 113,971 ha의 하해혼성충적논이 있으며, 연대별 간척지 조성면적은 Table 1과 같다. 이중 군산, 익산, 전주, 부안, 김제, 정읍 등에 분포되어 있는 연대 미상의 간척지는 54,636 ha 이다. 그러나 1914년에 발간한 “국가관리 방조제 실태 보고서”에 의하면 1920년대에 화포, 진봉 광활, 대창, 서포지구에 4,287 ha, 1930년대에는 회현, 도선장 지구에 3,390 ha 등 일제 강점기 때에 조성한 간척지가 있으며, 그 후 해방과 6·25전쟁의 혼란 속에 1940년대와 1950년대에는 간척지를 막지 못하였다. 1960년대에 들어 미면에 2,339 ha 1970년대에는 계화 3,965 ha, 옥구 2,406 ha, 1980년대에는 군산 임해공단 2,848 ha의 간척지를 조성하였고, 2000년대에 들어서 새만금에 40,100 ha의 대규모 간척지를 조성하였다 (Fig. 1).

Table 1. Total area of chronological reclaimed in the Mangyeong and Dongjin river basin.

Chronological	Area	Total
	ha	
Unknown	Gunsan 13,679, Iksan 14,598, Jeonju 1,148, Buan 8,328, Gimje 12,460, Jeongeup 4,423	54,636
1920s	Hwapo 392, Jinbong 1,075, Kwangwhal 1,665, Deachang 409, Seopo 746	4,287
1930s	Hoebyeon 2,887, Doseonjang 503	3,390
1960s	Mimyeon 2,339	2,339
1970s	Gyehwa 3,965, Okgu 2,406	6,371
1980s	Imhyeagongdan 2,848	2,848
2000s	Saemangeum 40,100	40,100
Total	18 Area	113,971

Fig. 1. The area of 18 reclaimed land formed in the Mankyeong and Dongjin river basin.

Fig. 2. Watershed area of Saemangeum reclamation farmland soil characteristics.

간척지 토성별 분포면적 간척지의 토성별 분포면적은 Table 2와 같다. 모래가 많은 미사사양질, 사양질과 사질 토양이 60.9%이고, 미사사양질과 식질 등 점토함량이 높은 토양은 39.1%에 지나지 않는다. 점토가 많은 간척지는 그림 2에서 보는 바와 같이 내륙 쪽에 위치한 연대미상의 간척지이고 모래가 많은 간척지는 간척연대가 오래되지 않은 바다 쪽에 분포한 간척지가 대부분이다.

간척연대별 토양통 분포 간척연대별 토양통 분포면적은 Table 3과 같다. 연대미상의 간척지는 점토가 많은 공덕, 김제, 부용, 봉남통 등 식질계 토양과 전북, 춘포, 포송통 등의 미사식양질 토양이 주를 이루고 그 외 만경, 광활, 문포통 등의 미사사양질~사양질 토양과 극히 일부이지만 염포, 하사, 해리통과 같은 사질토양도 분포해있다. 1920년에 조성된 간척지는 전북, 만경, 광활통 등의 미사사양질~

미사식양질 토양이며 그 이후에 조성한 간척지도 바다에 가까워서 모래와 미사가 많은 특성이 있다.

간척연대별 토양의 물리적 특성 간척연대별 토양통, 토양층위, 모래, 미사, 점토의 입경분포, 토성 및 지하수위 등의 토양물리성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 오산지역 연대미상의 전북통은 A, B₁, B₂, C층으로 구성되어 토양 발달이 어느 정도 이루어진 토양으로 미사가 많은 미사질양토이며 지하수위는 100 cm 이하로써 일반 논토양과 다른 것은 토양이다 (Yoo et al., 1989; Yoo et al., 1990). 1920년대부터 조성된 간척지 토양은 대부분 A, C₁, C₂층으로 이루어져 있으며, 이 토양 역시 화포지역 부용통의 미사질식양토를 제외하고는 미사가 많은 미사질양토~사양토로써 지하수위는 65~100 cm이하이다. 그러나 1920년에 조성한 화포지역의 부용통은 A, B, C₁, C₂층으로 B층이 형성되어 있으

Table 2. Watershed area of Saemangeum reclamation polder soil characteristics.

Soil texture	Silty Sand loam	Silty clay loam	Clay	Sand	Sand loam	Total
Area (ha)	35,755	23,625	20,925	18,932	14,734	113,971
Ratio (%)	31.4	20.7	18.4	16.6	12.9	100

Table 3. Soil characteristics in chronological.

Chronological	Area	Soil characteristics
Unknown	Gunsan	Bongnam-Buyong (Clay), Jeonbuk-Chunpo-Poseung (Silty clay loam), Mankyeong (Silty sand loam)
	Iksan	Gongdukc-Gimje-Bongnam-Buyong (Clay), Jeonbuk-Chunpo (Silty clay loam)
	Jeonju	Buyong (Clay), Jeonbuk (Silty clay loam), Mankyeong (Silty sand loam)
	Wanju	Gongdukc-Gimje-Buyong (Clay), Jeonbuk-Chunpo-Poseung (Silty clay loam)
	Buan	Yeompo-Hasa-Haeri (Sand), Kwangwhal-Mankyeong (Silty sand loam) Munpo (Sand loam)
	Gimje	Gongdukc-Gimje-Bongnam-Buyong (Clay), Jeonbuk (Silty clay loam), Kwangwhal-Mankyeong (Silty sand loam)
1920s	Jeongeup	Buyong (Clay), Jeonbuk (Silty clay loam), Mankyeong (Silty Sand loam)
	Hwapo	Kwangwhal-Mankyeong (Silty Sand loam), Jeonbuk (Silty clay loam)
	Jinbong	Mankyeong (Silty sand loam), Jeonbuk (Silty clay loam)
	Kwangwhal	Mankyeong-Kwangwhal (Silty sand loam), Jeonbuk (Silty clay loam)
	Deachang	Mankyeong (Silty sand loam), Jeonbuk (Silty clay loam)
1930s	Seopo	Mankyeong (Silty sand loam), Jeonbuk (Silty clay loam)
	Hoehyeon	Mankyeong (Silty sand loam), Jeonbuk-Chunpo-Poseung (Silty clay loam)
1960s	Doseonjang	Mankyeong (Silty sand loam)
	Mimyeon	Mankyeong (Silty sand loam)
1970s	Gyehwa	Yeompo (Sand), Munpo (Sand loam), Hasa (Sand loam), Kwangwhal (Silty sand loam)
	Okgu	Mankyeong-Kwangwhal (Silty sand loam)
1980s	Imhyeagongdan	Mankyeong (Silty sand loam)
2000s	Saemangeum	Mankyeong-Kwangwhal (Silty sand loam), Munpo (Sand loam), Yeompo (Sand), Poseung (Silty clay loam)

Table 4. Soil physical properties of reclamation chronological.

Chronological	Area	Soil series	Layers	Depth cm	Sand -----	Silt %	Clay -----	Soil texture	Water Layers cm
Unknown	Osan	Jeonbuk	A	0-18	5	77	18	Silty loam	100<
			B1	18-25	8	71	21	Silty loam	
			B2	25-75	29	56	15	Silty loam	
			C	75-	40	53	7	Silty loam	
1920s	Hwapo	Buyong	A	0-21	3	69	28	Silty clay loam	70
			B	21-26	3	59	38	Silty clay loam	
			C1	26-70	7	61	32	Silty clay loam	
			C2	70-	4	58	38	Silty clay loam	
	Jinbong Kwangwhal Deachang Seopo	Mankyeong	A	0-20	18	50	17	Silty loam	90
			C	20-	14	70	16	Silty loam	
			A	0-23	19	67	14	Silty loam	
			C1	23-60	36	59	5	Silty loam	
1930s	Doseonjang Deaya Hoehyeon	Mankyeong	C2	60-	41	55	5	Silty loam	73
1960s	Mimyeon	Mankyeong	A	0-18	29	58	13	Silty loam	100<
			C	18-	34	63	3	Silty loam	
1970s	Okseo Gyehwa	Mankyeong Munpo	A	0-23	42	53	5	Silty loam	65
			C1	23-64	57	39	4	Sand loam	
			C2	64-	76	21	3	Loam sand	
1980s	Imhyeagongdan	Mankyeong	A	0-22	35	53	12	Silty loam	100<
			C	22-	40	47	13	Sand loam	
2000s	Hwapo Gunsan Kwangwhal Gyehwa	Yeompo	A	0-20	44	47	9	Sand loam	-

며 다른 토양통과 달리 점토함량이 28~38%로써 매우 높은 미사질식양토로 이루어져 있다 (Table 4).

간척연대별 토양의 화학적 특성 간척연대별 토양화학성을 조사한 결과는 Table 5와 같다. pH는 간척연대가 짧을수록 높아지는 경향이있지만 EC, Exch. K, Ca, Na는 간척연대보다는 지형, 토성, 지하수위 등의 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 토양유기물은 본래 토성과 영농활동이 길어질수록 높아졌으나 경작층인 A층에만 100~243 mg kg⁻¹일 뿐 C층에서는 30 mg kg⁻¹으로 매우 낮은 함량을 보였다. 이러한 결과로 미루어볼 때 간척지 토양은 수직배수가 거의 불가능하여 수분이동에 따른 양분이동이 전혀 이루어지지 않아서 집적층인 토양 B층이 형성되지 않은 것으로 생각된다.

간척지 토양의 B층 형성 간척지 화포 지구 토양의 B층 형성이 나타난 결과는 Fig. 3과 같다. 간척지 토양의 B층은 연대미상인 오산지역의 전북통과 1920년대에 조성된 화

포지역의 부용통에서 형성됨을 알 수 있었다. 오산지역의 전북통은 간척지 조성연대가 워낙 오래되어서 B층 형성이 가능하였다고 여겨지지만 1920년대에 조성된 진봉, 광활, 대창, 서포지구의 간척지는 간척 후 90년이 경과하여도 B층이 형성되지 않았다. 이러한 원인은 토양의 점토함량에 기인된 것으로 생각된다 (Kim et al., 1984; So et al., 1980). 토심 20 cm부근에서 7~8 cm정도 B층이 형성된 화포지역 부용통은 다른 토양과 달리 토양 점토함량이 28~38%내외의 미사질식양토이므로 점토와 같이 철이나 망간 성분이 하층으로 이동하여 B층 형성이 가능하였던 것으로 추정되지만, B층 토양의 유효인산함량이 1 mg kg⁻¹으로 하층으로 수분이동에 의한 양분이동은 전혀 이루어지지 않은 것으로 추정되는데, 이 문제는 앞으로 토성이 상이한 토양을 대상으로 좀 더 세밀한 실험을 통해 검토되어야 할 사항이라고 판단된다 (Fig. 3, Fig. 4). 반면에 전북통과 같이 점토에 비해 미사가 많은 토양은 점토 대신 미사가 토양 40~50 cm의 하층으로 이동하여 경반층이 생성될 우려가 있다. 실제로 호

Table 5. Soil chemical properties of reclamation chronological.

	Area	Series	Layers	Depth	pH	EC	OM [†]	Total N	Avail. P ₂ O ₅	Exch. cations				CEC
										K	Ca	Mg	Na	
				cm	1:5	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	-----	cmol _c kg ⁻¹			-----
Unknown	Osan	Jeonbuk	A	0-18	5.9	0.5	15.2	1.20	186	0.50	6.6	3.3	0.4	14.0
			B ₁	18-25	6.5	0.3	14.5	1.00	142	0.60	6.5	3.9	0.4	15.5
			B ₂	25-75	7.1	0.3	5.6	0.20	21	0.50	4.8	4.1	0.4	13.7
			C	75-	7.1	0.2	2.5	0.10	41	0.50	3.0	4.3	0.3	9.2
1920s	Hwapo	BuYong	A	0-21	5.5	0.7	16.1	1.14	112	0.28	4.2	2.5	0.7	10.8
			B	21-26	7.6	0.8	6.8	0.13	1	0.65	4.8	5.1	1.5	11.9
			C ₁	26-70	7.7	0.9	4.3	0.16	5	0.90	5.2	9.0	3.1	17.5
			C ₂	70-	7.8	1.0	4.1	0.21	10	0.90	4.7	8.7	3.4	18.2
	Jinbong Kwangwhal Deachang Seopo	Mankyeong	A	0-20	5.9	0.7	14.9	1.15	168	0.14	5.2	2.4	0.5	9.9
			C	20-	7.5	0.5	2.6	0.16	8	0.29	4.4	4.7	1.1	10.3
	Doseonjang Deaya Hoehyeon	Mankyeong	A	0-23	6.6	0.8	14.9	1.12	141	0.26	6.1	2.5	0.5	9.4
			C ₁	23-60	7.7	0.5	2.9	0.16	5	0.49	4.7	5.8	0.8	11.2
			C ₂	60-	7.8	0.5	2.0	0.15	13	0.65	3.5	5.8	1.3	10.3
1960s	Mimyeon	Mankyeong	A	0-18	6.2	1.6	15.0	0.90	243	0.40	4.3	3.3	1.2	9.0
			C	18-	7.9	1.0	1.1	0.10	17	0.50	2.2	3.6	1.0	5.6
1970s	Okseo Gyehwa	Mankyeong Munpo	A	0-23	6.3	3.6	14.3	0.96	108	0.46	5.3	4.2	3.2	9.9
			C ₁	23-64	8.3	2.4	2.8	0.11	22	0.70	2.6	3.8	3.1	7.4
			C ₂	64-	8.3	3.5	2.3	0.15	23	0.85	1.8	4.1	4.9	8.0
1980s	Imhyea gongdan	Mankyeong	A	0-22	6.4	1.3	12.5	0.80	100	0.40	5.2	3.4	1.2	11.0
			C	22-	8.4	0.9	3.7	0.10	22	1.10	3.0	4.8	1.9	9.9
2000s	Hwapo Gunsan Kwangwhal Gyehwa	Yeompo	A	0-20	8.3	3.2	3.3	-	28	1.10	2.6	5.5	12.5	-

[†]OM, organic matter; CEC, cation exchange capacity.

Fig. 3. B layer of soil formed in Hwapo reclaimed land.

남지역에 분포한 전복통의 70% 이상은 경반층이 형성되었다는 보고가 있다. 이러한 토양은 심토파쇄를 하여 근권을 확대하여야 만 안정적인 벼 농사를 이룰 수 있다.

Fig. 4. A and C layer in Mimyeon reclaimed land.

간척지 토양특성별 토양개량 방안 만경강과 동진강 유역에는 12개의 토양통이 있다. 이들 토양은 광활통, 문포통, 염포통, 포승통과 같은 염해 우려 토양과 공덕통, 봉담

Table 6. Soil management guideline with soil series of reclaimed land formed in the Mankyong and Dongjin river basin.

Soil classification	Representative soil series	Soil management guideline
Salt-affected soil	Gwanghwal, Munpo, Yeompo, Poseung	○ Ground water is relatively lower than 1m - Subdrainage : culvert, spill way and soil earth
Soft ground	Gongdeog, Bongdam, Buyong, Jeonbug, Chunpo	○ Water permeability increment - Above pH 7.5 : gypsum and organic matter application (aggregate promotion)
Sandy soil	Hasa, Mangyeong, Haeri	○ Soil texture improvement - Soil earth of 15% clay content

통, 부용통, 전북통, 춘포통과 같은 연약지반 토양 및 하사통, 만경통, 해리통과 같은 사질토양으로 구분 할 수 있다. 간척지 토양을 개량하려면 염해 우려 토양과 연약지반 토양은 지하수위가 60~100 cm로 높아서 수직배수가 되지 않으므로 먼저 지하배수 시설을 하여 지하수위를 낮추어 주고 동시에 석고와 유기물을 사용하여 입단을 형성하여 투수성을 높여 주고 서서히 연약지반을 개량해야 한다 (Oh, 1991; Yoo et al., 1990). 모래가 많은 사질토양은 점토가 15% 이상되는 산적토 등을 객토하여 토성을 개량하여야만 간척밭에서 안정적인 작물생산을 기대할 수 있다 (Lee et al., 2000) (Table 6).

요 약

간척 농경지에 대한 최적 토양관리 방안을 마련코자 새만금 유역 간척농경지를 대상으로 토양의 물리, 화학적 특성을 조사하였다. 새만금 유역의 간척지 유래 토양면적은 총 113,971 ha이며, 이들 지역의 토양통 분포와 토성을 구분해 보면 연대미상 지역은 주로 전남, 부용, 전북통 등 13개 토양통이다. 토성은 미사식양질~식질이며, 1920년대에서 1960년대에는 만경, 광활, 전북통에 미사사양질이요, 1970년대 이후에는 만경, 광활, 문포, 염포, 포승, 가포, 하사통 등 사질~사양질 토양이 많았다. 토양화학성은 간척연대와 상관없이 pH와 EC, Exch. K, Mg, Na 농도가 높은 반면 OM은 표토에는 3.3~16.1 g kg⁻¹으로 오랜 기간 동안 영농을 했음에도 유기물 함량이 매우 낮았다. 더욱이 심토는 5.6~1.1 g kg⁻¹으로 유기물이 거의 없는 상태였는데, 이는 수직배수가 불량하고 대형 농기계에 의한 경반층이 형성되어 점토와 유기물 이동이 없었기 때문으로 판단된다. 또한 토양발달 정도를 알 수 있는 집적층 (B층) 형성은 벼를 90년간 재배한 화포 간척지에서만 점토 이동에 따라 표토의 Fe, Mn 성분 등이 지하 20~30 cm부근에 7~8 cm 두께로 쌓여 있는데 이러한 원인은 토성이 비교적 점토함량이 높은 미사질식양토라서 가능했던 것 같다. 이들 토양은 염해 우려 토양, 연약지반 토양 및 사질토양이므로 개량은 먼저 지하배수 시설

을 하여 지하수위를 낮추어 주고 동시에 석고와 유기물을 사용하여 투수성을 높여 주며, 모래가 많은 사질토양은 점토가 많은 산적토 등을 객토하여야만 안정적인 작물생산을 기대할 수 있다.

인 용 문 헌

- Cho, G.H., H.M. Kim, C.H. Yoo, K.H. Park, and H.T. Um. 1986. Studies on the suitability on soil classes for the barley cultivation before rice transplanting in housing in Honam area. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 28(2):22-29.
- Choi, J.W., C.H. Cho, C.H. Yoo, C.H. Chung, and K.H. Park. 1987. Studies on soil characteristics of new polderland in Yeongsan rivershed. The Rural Development Administration. 29(1):89-97.
- Kim, H.M., G.H. Cho, C.H. Yoo, M.Y. Eun, S.P. Rho, and Y.H. Shin. 1984. Studies on morphological characteristics of rice soil in Mangeong-Dongjin and Yeonsang watersheds. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 17(2):125-133.
- Lee, S.H., S.H. Yoo, S.L. Seol, Y. An, Y.S. Jung, and S.M. Lee. 2000. Assessment of salt damage for upland-crops in Dae-Ho reclaimed soil. Korean J. Environ. Agri. 19(4):358-363.
- Min, B.M. and J.H. Kim. 1997. Soil texture and desalination after land reclamation on the west coast of Korea. Korean J. Ecol. 20(2):133-143.
- Oh, W.K. 1991. Desalinization of marine by the application of strae and lime. Korean J. Soil Sci. Fert. 24(1):35-40.
- Shim, J.H., J.H. Jung, and Y. An. 1989. A study on the characteristics of fluvio marine soils developed in the west south coastal area. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 22(4):280-284.
- So, J.D., S.J. Yoo, H.M. Kim, and N.P. Park. 1980. Studies on the characteristics of newly reclaimed land in the southwest seaside of Honam district. The Reports of the Office of Rural Development, 22:24-30.
- Yoo, C.H., G.H. Cho, J.W. Choi, K.H. Park, and Y.H. Kim. 1989. Studies on change of physico-chemical properties due to ripening degrees in reclaimed tide deposits. J.

- Korean Soc. Soil Sci. Fert. 22(3):180-190.
- Yoo, C.H., J.G. Kim, J.S. Lee, J.G. Kang, J.D. So, and K.H. Park. 1990. Change of physico-chemical properties of tidla soil on their mafurities. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 23(4):259-267.
- Yoo, C.H., G.H. Cho, J.W. Choi, K.H. Park, and K.H. Park. 1988. A Survey on the soil environments of alpine vegetable housing in Honam area. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 21(3):246-253.
- Yoo, C.H., J.U. Kim, J.S. Lee, J.G. Kang, J.D. So, and K.H. Park. 1990. Change of Physico-chemical properties of tidal soils on their maturities. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 23(4):259-267.