

## 간척지에서 SCB 액비를 이용한 여름철 사료작물 재배에 관한 연구

조남철 · 신재순 · 김선호<sup>1</sup> · 윤세형 · 황보순 · 정민웅 · 이경동<sup>2</sup> · 김원호 · 서 성 · 김종근 · 송채은<sup>3</sup> · 최기춘

### Study on Summer Forage Crop Cultivation Using SCB (Slurry Composting-Biofiltration) Liquid Fertilizer on Reclaimed Land

Nam Chul Jo, Jae Soon Shin, Sun Ho Kim<sup>1</sup>, Sei Hyung Yoon, Soon Hwangbo, Min Woong Jung, Kyung Dong Lee<sup>2</sup>, Won Ho Kim, Sung Seo, Jong Geun Kim, Chae Eun Song<sup>3</sup> and Ki Choon Choi

#### ABSTRACT

Until now, The experiment about the forage crop have been almost not conducted on the reclaimed land. Therefore, this experiment was carried out in order to know productivity of summer forage crop using slurry composting-biofiltration(SCB) liquid fertilizer on reclaimed land of Hwaong and Sukmoon in Korea from 2008 to 2009. The forage crops used in this experiment were corn and sorghum×sorghum hybrid which are used as summer forage crops in South Korea. The experiment was treated with chemical fertilizer (CF), swine slurry (SS) and SCB liquid fertilizer. Dry matter (DM) yield of corn was higher than those of sorghum×sorghum hybrid in both reclaimed lands but the effect of SCB liquid fertilizer was not appeared. The neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) contents of corn were lower than those of sorghum×sorghum hybrid. The crude protein (CP) content and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of corn were higher than those of sorghum×sorghum hybrid. In generally feed values of corn were higher than those of sorghum×sorghum hybrid. The results of this study showed that summer forage crop cultivation using uses SCB liquid fertilizer on reclaimed land are possible.

(**Key words** : Reclaimed land, Slurry Composting-Biofiltration, Forage)

#### I. 서 론

최근 기후변화와 국제유가 상승에 따른 곡물을 원료로 하는 바이오연료 및 개도국의 곡물 수요가 증가함에 따라 국제곡물가격의 상승이 지속되고 있다. 우리나라는 밀, 옥수수, 대두 등 국제곡물을 연간 1천 400만 톤 내외 수입하고 있고, 식량자급률이 27% 수준에 지나지 않는다. 우리나라에서는 식량의 안정적 공급을

위한 농경지 확보 대책으로 많은 간척사업이 진행되어 왔으며 그동안 벼 재배를 위한 논토양으로서 간척지가 활용되어 왔다(정 등, 2002; 이, 1995; 채 등, 1990). 특히, 농업을 목적으로 이용되는 간척지 중 대부분은 벼 재배에 이용되고 있고 나머지가 기타 곡류 및 사료작물에 이용되어 간척지의 토지이용 다양화가 되지 못하고 있는 실정이다(이 등, 2005). 또한 이와 안(2003) 및 류와 박(2004)은 지금까지 간척지

농촌진흥청 국립축산과학원 (National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea)

<sup>1</sup> 당진군 농업기술센터 (Danggin-Gun Agriculture Technology Center, Danggin, 343-808, Korea)

<sup>2</sup> 동신대학교 (Dongsin University, Naju, 520-714, Korea)

<sup>3</sup> 전남대학교(Chonnam National University, 500-757, Korea)

Corresponding author : Ki Choon Choi, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea.

Tel: +82-41-580-6755, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: choiwh@korea.kr

는 주로 미곡생산지로서 활용되어 왔지만 이제는 농지이용의 다변화와 고도 이용화가 필요하다고 하였다. 쌀 소비량 감소, 휴경농지 증가 및 곡물가 상승 시대의 사료비 절감 필요성 등 농업여건 변화에 따라 상대적으로 저위생산지인 간척지를 조사료 생산기반으로 활용하는 방안이 검토되고 있다.

이 (2006)는 간척지에 밭작물을 도입할 경우, 다섯가지 요인을 고려해야 하며 사료작물은 토성 (soil texture), 토양 염류도 (soil salinity), 토양의 투수력과 배수력 (effective drainage and soil permeability)만 갖추면 재배가 가능하다고 하였으며 간척지에서 사료작물의 재배가 타작물에 비해 유리하다고 보고한 바 있다. 신 등 (2005)는 간척지에서 작물을 재배하는 경우 일반 경지와는 달리 토양 중 높은 염 문제로 일반적인 농법으로 정상적인 수확을 기대하기 힘들다고 하였으며, 간척지에서 사료작물의 수량이 보통 밭조건에 비해 20% 정도에 불과하다고 보고되었다 (호남농업시험장, 2002). 간척지 토양의 작물재배상 문제점은 간척초기에 염농도가 높고 지하수위가 높으며 토양물리화학적 특성이 불량하여 작물생육에 악영향을 초래하나 (유 등, 1989; 유 등, 1993) 년수의 경과에 따라 제염화와 토양 수직배수도 점차 양호해짐에 따라 토양구조 발달 등의 물리적 숙성이 진행된다 (정, 1984; Kawashima 등, 1940; Yoneda, 1958). 유 (2004)는 관개수에 의한 제염과 숙답화로 토성에 따라 차이는 있지만 밭작물의 도입이 가능하다고 하였으며, 신 등 (2005)은 간척지에서 사료작물을 생산할 경우 내염성이 강한 작물을 선정하여야 하며 간척지 토양이 가지고 있는 이화학적 특성을 고려한 시비가 이루어져야 한다고 하였다.

간척지는 대부분 알칼리성토양이므로 생리적 산성비료인 유안을 사용하는 것이 요소시용시보다 수량이 증대되며 (신 등, 2005) 염해지 토양에 유기질 비료를 사용하면 토양유기물 증대는 물론 토양의 물리화학적 개량, 토양 미생물 활성을 증대 시키는 등 염류토양 비옥도 향상에 매우 효과적이다. 유기질 비료로서 돈분액

비는 사료작물재배지 토양에 환원시키면 화학비료 대신 저렴한 비료로서 토양을 개선시키며 사료작물의 생산성을 향상시킬 수 있다. 또한 저농도 액비의 일종으로 여과상으로 된 퇴비단에 돈분슬러리를 살포하여 만든 SCB 액비는 (박, 2007) 저농도의 무취와 균질특성을 가지고 있어 양질의 액비로 이용이 가능하다.

따라서 본 시험은 우리나라 대표적인 하계 사료작물인 옥수수과 수수×수수 교잡종을 공시재료로 하여 질소질 비료 중 유안과 유기질 비료인 돈분액비와 SCB 액비를 시용함으로써 간척지에서 사료작물의 적응성과 유기질 비료에 따른 생산성 향상을 평가하기 위해 실시하였다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 2008년부터 2009년까지 간척지에서 수행되었으며, 2008년도에는 경기도 화성시에 위치한 화옹간척지에서 수행하였고, 2009년도에는 충남 당진군에 위치한 석문간척지에서 수행하였다. 시험 전 간척지 포장의 대표적 토양특성은 미사질양토로서 배수가 불량한편이며 토양성분은 Table 1과 같다.

공시초종으로 옥수수 (광평옥)와 수수×수수 교잡종 (SS405)를 5월 중순에 파종하였으며 옥수수의 파종방법은 조간 75 cm, 주간 15 cm 간격으로 2알씩 점파하고 나중에 1주만을 남기고 제거하였다. 수수×수수 교잡종의 파종방법은 구당 6줄을 조파하였으며 수확은 옥수수는 황숙기 (9월초순)에, 수수×수수 교잡종은 출수기 (9월 초순)에 각각 수확하였다.

시험구처리는 화학비료구, 돈분액비구, SCB 액비구로 나누었으며 화학비료구는 유안비료로 표준시용량으로 200-150-150 kg/ha (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O)를 시비하였다. 돈분액비구 및 SCB 액비구는 화학비료구의 질소를 기준으로 100%로 시용하였다. 처리구당 면적은 12m<sup>2</sup> (3×4m)로 난괴법 3반복으로 수행하였다. 돈분액비와 SCB 액비는 간척지 인근의 양돈분뇨 처리시설을 갖춘 축산농가에서 생산된 것으로 충분히 부숙된 것

Table 1. Soil properties of the experimental sites before forage crop cultivation in the reclaimed land of Hwaong and Sukmoon

Region	T-N <sup>1)</sup> (%)	OM <sup>2)</sup> (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exchangeable cations (cmol <sup>+</sup> /kg)			
				K	Ca	Mg	Na
Hwaong	0.18	1.33	217.09	2.06	2.43	5.76	3.57
Sukmoon	0.08	0.53	184.15	1.07	5.06	3.05	2.05

<sup>1)</sup> T-N: total nitrogen, <sup>2)</sup> OM: organic matter.

을 질소성분분석을 실시 한 후 시비량에 맞게 사용하였고 SCB 액비는 질소성분이 낮은 관계로 일시에 시비할 수 없어 분시하였으며 사용된 돈분액비와 SCB 액비의 성분은 Table 2 및 Table 3와 같다. 화용간척지에 사용된 돈분액비와 SCB 액비는 수분이 98.7~99.2%였으며 질소 성분은 1.1%, 0.11%였고, 석문간척지에 사용된 돈분액비와 SCB 액비는 수분이 94.3~99.1%이고 질소성분이 1.01%, 0.13%였다.

옥수수과 수수×수수 교잡종의 재배는 관행재배로 관리하였으며 생산량을 비교하기 위하여 수확 후 생초량을 측정하고, 그 중 일부를 채취하여 평량하고 80℃ 건조기에서 72시간 이상 건조 후 건물생산량을 산출하였다. 가축분뇨 사용에 따른 옥수수과 수수×수수 교잡종의 사료가치를 조사하기 위하여 각 시험구에서 채취한 건조시료를 분쇄하여 시료의 일반성분 및 Crude protein (CP)은 A.O.A.C.법 (1990)에 의해

분석하였다. Neutral detergent fiber (NDF) 및 Acid detergent fiber (ADF) 함량은 Goering 및 Van soest법 (1970)으로 분석하였다. 간척지 토양의 화학적 특성 변화를 알아보기 위하여 농촌진흥청 표준분석법 (농촌진흥청, 2000)에 준하여 pH는 토양과 증류수를 1:5로 하여 pH meter로 측정하였고, 토양염류도는 Dual Purpose EC meter (PET2000, Spectrum Technologies Inc.)를 이용하여 측정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 토양의 변화

간척지에서 시험 전후의 옥수수와 수수×수수 교잡종 재배지 토양의 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 화용간척지에서 시험 전후의 pH의 변화는 큰 차이를 보이지 않았으며, 석문간척지에서는

Table 2. Chemical properties of swine slurry (SS) and SCB used in the experiment on reclaimed land of Hwaong

	OM (%)	pH	T-N (%)	T-P <sup>1)</sup> (mg/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N (mg/l)
SS <sup>2)</sup>	0.43	7.84	1.10	25.00	146.00	614.50
SCB <sup>3)</sup>	0.28	7.55	1.15	23.00	42.80	98.40

<sup>1)</sup> T-P: total phosphorus, <sup>2)</sup> SS: swine slurry, <sup>3)</sup> SCB: slurry composting-biofiltration.

Table 3. Chemical properties of SS and SCB used in the experiment on reclaimed land of Sukmoon

	OM (%)	pH (1:5H <sub>2</sub> O)	T-N (%)	Av.P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	Mg (%)
SS	0.43	7.84	1.01	0.33	0.75	0.20	0.13
SCB	0.28	7.55	0.13	0.02	0.33	0.01	—

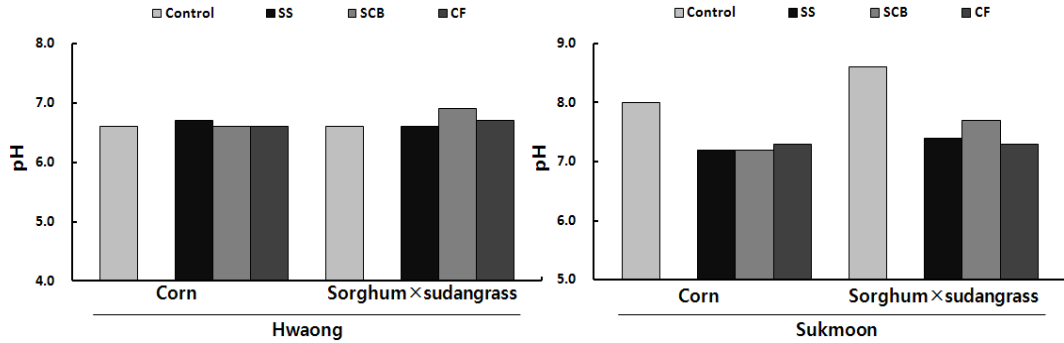


Fig. 1. Comparison of pH before and after the experiment on reclaimed land of Hwaong and Sukmoon.

<sup>1)</sup> SS: swine slurry, <sup>2)</sup> SCB: slurry composting-biofiltration, <sup>3)</sup> CF: chemical fertilizer

pH가 시험 후에 감소하는 경향을 보였다. 또한 화학비료와 가축분뇨 시용에 따른 토양의 pH의 차이는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다.

간척지에서 시험 전후의 옥수수과 수수x수수 교잡종 재배지 토양의 염류도 변화는 Fig. 2와 같다. 화웅간척지에서 시험 전후의 옥수수 토양의 염류도는 시험 전보다 시험 후에 높게 나타났으며 수수x수수 교잡종 토양 염류도의 변화는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 석문간척지에서 시험 전후의 옥수수 토양의 염류도는 낮거나 비슷하였으며, 수수x수수 교잡종의 토양의 염류도 변화는 거의 비슷하게 나타났다. 신등(2005)은 동일 기상 조건에서는 시용한 비료의 종류에 의해 토양염류도의 변화가 나타날 수도 있다고 하였으나 본 시험에서 화학비료와 가축분뇨 시용에 따른 토양의 염류도 변화는 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다.

## 2. 건물수량

간척지에서 화학비료와 가축분뇨 시용에 따른 옥수수과 수수x수수 교잡종의 건물수량은 Table 4와 같다.

화웅간척지에서 옥수수의 건물수량은 화학비료구에서 21,344 kg/ha (100%), SCB 액비구 18,456 kg/ha (86%), 돈분액비구 14,153 kg/ha (66%) 순으로 높았으며 수수x수수 교잡종의 건물수량은 SCB 액비구 16,743 kg/ha (100%), 돈분액비구 14,442 kg/ha (86%), 화학비료구 13,581 kg/ha (81%) 순으로 높았다. 석문간척지에서 옥수수의 건물수량은 화학비료구에서 16,045 kg/ha (100%), 돈분액비구 15,210 kg/ha (95%), SCB 액비구 14,794 kg/ha (92%) 순으로 높았으며 석문간척지에서 수수x수수 교잡종의 건물수량은 돈분액비구에서 13,155 kg/ha (100%), 화학비료구

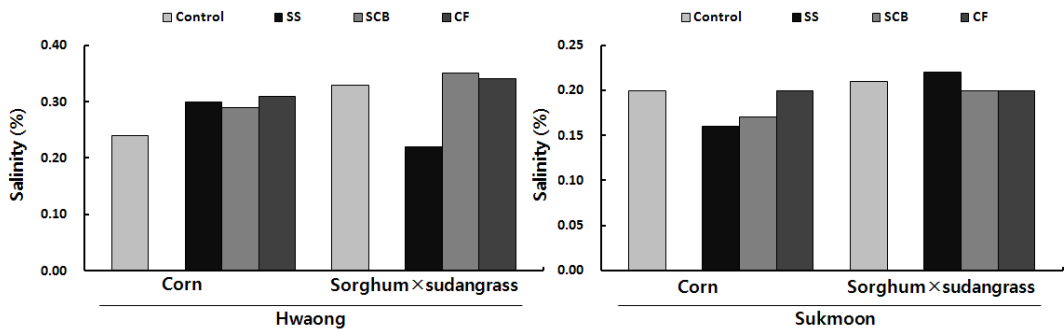


Fig. 2. Comparison of salinity before and after the experiment on reclaimed land of Hwaong and Sukmoon.

Table 4. Effect of application swine slurry, slurry composting-biofiltration and chemical fertilizer on dry matter (DM) yield of corn and Sorghum×Sorghum hybrid on reclaimed land of Hwaong and Sukmoon

Region	Fertilizer	DM yield(kg/ha)			
		Stover	Corn Ear	Total	Sorghum×sorghum hybrid
Hwaong	SS <sup>1)</sup>	9,181	4,972	14,153 <sup>b</sup>	14,442
	SCB <sup>2)</sup>	11,113	7,343	18,456 <sup>a</sup>	16,743
	CF <sup>3)</sup>	13,751	7,594	21,344 <sup>a</sup>	13,581
Sukmoon	SS	9,131	6,079	15,210 <sup>a</sup>	13,155
	SCB	8,433	6,361	14,794 <sup>a</sup>	9,672
	CF	9,411	6,633	16,045 <sup>a</sup>	11,817

<sup>1)</sup> SS: swine slurry, <sup>2)</sup> SCB: slurry composting-biofiltration, <sup>3)</sup> CF: chemical fertilizer.

11,817 (90%), SCB 액비구 9,672 kg/ha (74%) 순으로 높았다. 종합적으로 간척지에서 옥수수과 수수×수수 교잡종의 건물수량은 옥수수가 수수×수수 교잡종보다 높았는데 이는 신 등 (2004)이 보고한 건물수량이 수수×수수 교잡종이 옥수수보다 높았다는 보고와 다른 경향을 보였다. 또한 화옹간척지에서는 돈분액비와 SCB 액비 시용시에 화학비료 시용시보다 높은 건물수량을 나타내었으나 석문간척지에서는 별다른 차이를 나타내지 않았다.

### 3. 사료가치

간척지에서 화학비료와 가축분뇨 시용에 따른 옥수수과 수수×수수 교잡종의 ADF (%), NDF (%), CP (%) 그리고 IVDMD (%)는 Table 5와 같다.

간척지에서 옥수수의 조단백질 함량은 SCB 액비구 7.75%, 화학비료구 7.38%, 돈분액비구

7.15% 순으로 높았으며 수수×수수 교잡종의 조단백질 함량은 돈분액비구 5.64%, SCB 구 5.30%, 화학비료구 5.24% 순으로 높았다. 옥수수의 ADF와 NDF 함량은 SCB 액비구에서 35.48%, 56.60%로 가장 낮았으며, 수수×수수 교잡종의 ADF와 NDF 함량은 돈분액비구에서 38.15%, 65.50%로 가장 낮았다. 옥수수의 *in vitro* 소화율은 돈분액비구 76.63%, 화학비료구 75.43%, SCB 액비구 73.60%로 순으로 높았으며, 수수×수수 교잡종의 *in vitro* 소화율은 SCB 액비구 60.32% 돈분액비구 58.21%, 화학비료구 57.22%로 순으로 높았다.

간척지에서 옥수수과 수수×수수 교잡종의 사료가치는 옥수수가 수수×수수 교잡종보다 우수하였고, 이는 신 등 (2004)이 보고한 결과와 일치하였고 돈분액비와 SCB 액비 시용구에서 화학비료 시용구와 대등한 사료가치를 보였다.

Table 5. Effect of application swine slurry, slurry composting-biofiltration and chemical fertilizer on feed value of corn and Sorghum × Sorghum hybrid

Treatment	Corn				Sorghum × sorghum hybrid			
	ADF (%)	NDF (%)	CP (%)	IVDMD <sup>1)</sup> (%)	ADF (%)	NDF (%)	CP (%)	IVDMD (%)
SS	38.67	56.61	7.15	76.63	38.15	65.50	5.64	58.21
SCB	38.48	56.60	7.75	73.60	39.97	65.61	5.30	60.32
CF	38.50	57.78	7.38	75.43	39.78	66.18	5.24	57.22

<sup>1)</sup> IVDMD: *in vitro* dry matter digestibility.

#### IV. 요약

본 연구는 간척지에서 여름철 대표 사료작물인 옥수수과 수수×수수 교잡종의 생산성 및 화학비료와 가축분뇨의 시용시 생산성을 비교하기 위하여 2008년은 화옹간척지에서 2009년은 석문간척지에서 시험을 실시하였다. 간척지에서 사료작물의 생산성은 옥수수가 수수×수수 교잡종보다 높았으며 사료가치도 옥수수가 수수×수수 교잡종보다 높았다. 화학비료와 가축분뇨의 시용시 생산성은 옥수수의 경우 화학비료에서 높은 수량을 보였으며 수수×수수 교잡종의 경우 화옹간척지에서 시험한 결과 SCB 액비구에서 높았고 석문간척지에서는 돈분액비구에서 높은 수량을 보였다. 사료가치는 화학비료구와 가축분뇨 시용구에서 비슷한 결과를 나타냈다. 반면 사료작물의 생산성과 토양염류도와의 관계성은 보이지 않았다. 이상의 시험 결과로 보아 간척지에서 여름철 대표사료작물인 옥수수과 수수×수수 교잡종의 재배가 가능하며 가축분뇨를 사용하여 재배가 가능하다고 판단되어지며 돈분액비와 SCB 액비의 경우 새로운 비료로서 대체 가능성이 있으나 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단되어진다.

#### V. 인용문헌

- 류순호, 박무언. 2004. 새만금 간척지 농업적 토지활용 방안. 간척지농업연구회지 2:68-91.
- 박치호. 2007. SCB에 의한 양돈처리 방법. 가축분뇨 자연순환 촉진을 위한 SCB 액비 이용 세미나 및 연시회 자료집. 농촌진흥청 국립축산과학원. pp. 43-65.
- 신재순, 김원호, 이승헌, 윤세형, 정의수, 임영철. 2004. 간척지에서 주요 여름사료작물의 건물생산성 및 사료가치 비교. 한국초지조사료학회지 24(4):335-340.
- 신재순, 이승헌, 김원호, 김종근, 윤세형, 임근발. 2005. 간척지에서 수수×수단그라스에 대한 유안 및 황산칼리비료 시용효과. 한국초지조사료학회지 25(4):245-250.
- 유철현, 조국현, 최정원, 박건호, 김영호. 1989. 간척지토양의 이화학적 변화연구. 한국토양비료학회지. 22(3):180-190.
- 유철현, 김종구, 최송열, 조국현, 유숙중, 소재돈, 이경수. 1993. 사질 염해답에서 개량제 시용이 토양의 물리화학적 변화와 수도수량에 미친 영향. 한국토양비료학회지. 26(4):241-248.
- 유철현. 2004. 간척지토양의 실무관리. 간척지연구회지. 2:16-31.
- 이규성. 1995. Variability and genetics of salt tolerance in japonica rice (*Oryza sativa* L.). Los Baños, Laguna, Philippines. p. 112.
- 이승헌, 안 열. 2003. 우리나라 간척 현황과 향후 과제. 간척지농업연구회지. 1:20-31.
- 이승헌, 홍병덕, 안 열. 2005. 우리나라 간척농지의 전작물 재배에 관하 고찰. 간척지농업연구회지. 3:93-101.
- 이승헌. 2006. 간척지에서 식물분류학적 접근과 토양염류도 등급에 의한 작물의 내염성평가. 서울대학교 박사학위 논문. pp. 113-119.
- 정진일, 유숙중, 오명규, 백남현, 고재권, 이재길. 2002. 벼 생태형별 염농도에 따른 생육 및 수량. 한국작물학회지. 47(6):422-426.
- 정이근. 1984. 간척지 토양에서 비전도도 및 유기염류의 변화가 수도 생육에 미치는 영향. 경상대학교 박사학위 논문.
- 채영암, 방관호, 허정기. 1990. 세포배양에 의한 내염성 벼 품종 육성. IV. F2 세대에서 내염성과 관련된 Proline 함량의 유전분석. 한국육종학회지. 21(4):283-286.
- 최원열, 최기춘, 전우복. 1996. 간척지에 있어서 목초의 내염성 비교. 전남대학교 농업과학기술연구소. 31:9-13.
- 호남농업시험장. 2002. 한국의 간척지 농업. pp. 299-310.
- AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Washington DC.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agricultural Handbook. No.379, ARS, USDA, Washington DC.
- Kawashima R., M. Nagata, G.I. Suyama. 1940. On the enclosed and reclaimed marsh soil on the coast of Kyushu. J. Japan. Soc. Soil Sci. Fert. 14:547-554.
- Yoneda. 1958. Introduction of soil-fertilizer on polder land. J. Japan. Soc. Soil Sci. Fert. 28:416-420. (접수일: 2010년 4월 26일, 수정일 1차: 2010년 5월 7일, 수정일 2차: 2010년 5월 13일, 게재확정일: 2010년 5월 31일)