

간척지 성토지 식재 포플러의 SCB액비 처리에 따른 클론별 성장특성

박정현^{1,*} · 여진기¹ · 구영본¹ · 이원우¹ · 김현철¹ · 박치호²

¹국립산림과학원 산림유전자원부, ²축산과학원

Effects of Slurry Composting and Biofiltration Liquid Fertilizer on Growth Characteristic of Poplar Clones in a Reclaimed Land Mounding Soil

Jung-Hyun Park^{1,*}, Jin-Kie Yeo¹, Yeong-Bon Koo¹, Won-Woo Lee¹,
Hyun-Chul Kim¹, and Chi-Ho Park²

¹Dept. of Forest Genetic Resources, Korea Forest Research Institute, Suwon 441-350, Korea

²National Institute of Animal Science, Suwon, 441-706, Korea

We studied on the effects of slurry composting and biofiltration liquid fertilizer (SCBLF) on growth of two-year-old poplar clones planted in a reclaimed land mounding soil. The soil on the experimental site had lower concentrations of both exchangeable cations and salinity than before reclamation. However, the content of organic matter was low compared with the most soils. We applied SCBLF to the poplars six times and 5 L in each time for 80 days. Ten clones of six poplar species or hybrids were tested in this study: *Populus alba* × *P. glandulosa*(Clivus, 72-30, 72-31, Bongwha1), *P. deltoides* × *P. nigra*(Dorskamp), *P. deltoides*(Lux) × *P. deltoides*(Harvard)(97-19), *P. euramericana*(Eco28, I-476), *P. nigra* × *P. maximowiczii*(62-2) and *P. Koreana* × *P. nigra* var. *italica*(Suwon). Growth performance varied more among clones than among species. Average height growth of treated plots was 18% greater than control, and clones Clivus, 97-19, Eco28 and Dorskamp were more vigorous than other clones. Diameter at breast height in treated plots was 41% greater than control, and 97-19, Dorskamp, Eco28 and Clivus were the four best clones in this respect. Mean leaf area of treated trees was 26% greater for control trees. Chlorophyll content was similar between treated and controlled trees. Total nitrogen values in leaves were much higher in treated trees 18%. SCBLF treatment on poplars planted in reclaimed land helped tree growth.

Key words : Growth characteristic, Slurry composting and biofiltration liquid fertilizer(SCBLF), Poplar, Reclaimed Land, Clone

서 언

급속한 경제 성장 및 사회발전, 인구증가 등에 따라 토지 수요가 증가하고 있지만, 우리나라는 좁은 국토와 평야지보다 산악지가 많은 특성으로 인해 활용할 수 있는 토지가 제한적이다. 이러한 상황에서 간척사업은 토지를 확장할 수 있는 유용한 방법 중 하나이다. 최근에는 남서해안을 중심으로 대규모 간척사업이 활발하게 이루어지고 있으며, 외국의 경우도 1950년대 이후 대규모의 간척사업이 진행되었다(Mitsch and

Gosselink, 2000). 지금까지 추진해온 우리나라 간척사업 현황은 총대상면적 155,582 ha 중 2006년까지 준공한 면적은 81,594 ha, 2007년 현재 시행중인 면적은 53,182 ha이며 개발예정지 면적은 21,074 ha이다(KRC, 2007).

지속적으로 간척사업이 진행되어 왔지만 상당 지역이 나지로 방치되고 있는 것은 간척지 개발 초기의 토양은 일반적으로 가용성 염류와 치환성 나트륨이 과다하게 함유되어 있어서 염분농도가 대단히 높고, 일반 토양에 비해 자연 비옥도가 떨어져 식물의 발아 및 생장에 악영향을 미치기 때문이다(Lee et al., 2006). 따라서 간척지의 농경지화 및 식생 도입을 위해서는 제염이 진행된 이후에 가능하다. 일부 간척지

접수 : 2008. 8. 19 수리 : 2008. 9. 28

*연락처 : Phone: +82312901039,

E-mail: pjhmodi@knu.ac.kr

에 대한 연구는 낮은 염농도의 관개수를 이용해 염을 효율적으로 제거할 수 있어 토양 관리가 상대적으로 용이한 농경지(Lee et al., 2000) 특히, 벼 재배를 위한 연구 위주로 이루어져 왔다. 그러나 이제는 농지중심에서 탈피하여 다목적 토지이용을 위한 연구가 진행되고 있다. Lee et al. (2000)은 대호간척지 토양의 염농도별 발작물의 염해에 대한 평가를 하였다. Bae et al. (2001)이 간척지의 생태적 환경복원을 위한 식물 선정에 관한 연구를 하였고, Lee et al. (2003)이 간척지에서 6가지 발작물 생육에 대한 연구를 수행하였으며, 최근에는 경제성 있는 발작물을 재배할 수 있는 토양 관리 방법에 대한 연구가 진행되고 있다 (Rural Development Corporation, 1998). 또한 Lee et al. (2007)이 간척지 토양개량을 위한 내염성 식물의 활용성을 평가하였고, Yeo et al. (2004)은 1998년 경기도 화성시 소재 시화간척지에 포플러를 식재하여 적응성에 대한 연구를 수행하였다.

간척지에서 내염성은 식물마다 차이가 있지만 강우와 복토 등으로 어느 정도 제염이 진행 된 곳에서는 양분부족 문제가 해결되어야 식물의 정상적인 생육을 기대할 수 있다. 이러한 측면에서 저농도액비(SCBLF; Slurry Composting and Biofiltration Liquid Fertilizer)는 분뇨를 톱밥과 왕겨를 통해 여과하고 일정기간 부숙시켜서 사용하므로 고농도 염류에 의한 작물피해 및 토양의 염류집적을 최소화 하면서 (Hwang et al., 2004) 토양의 pH, 탄소, 질소, 양이온치환용량 증가(Yadav et al., 2000; Choudhary et al.,

1994)를 기대할 수 있어 간척지 토양개선에 도움이 될 것으로 판단된다. 따라서 본 연구는 간척지의 신속한 환경복원을 위한 기초자료를 제공하기 위해 포플러의 이용 가능성을 알아보고자 가축분뇨 액비를 처리하여 클론별 생육특성을 조사하였다.

재료 및 방법

시험립 조성 및 공시재료 본 시험지는 인천광역시 연수구 동춘2동 송도지구 1공구에 위치하며 2003년도에 매립하였고, 이듬해에 갯벌을 2 m 높이로 성토한 곳이다. 시험립은 0.2 ha이며 2006년 3월에 난괴법 3반복, 2×2 m 간격으로 식재하여 조성하였다. 공시 재료는 포플러 10클론 300본이며 2005년 3월 경기도 수원시 소재 국립산림과학원 유전자원부 포지에 삼목하여 양묘한 1년생 삼목묘이다(Table 1).

연구방법 SCBLF는 경기도 수원시 소재 축산과학원으로부터 공급 받았으며 화학적 특성을 분석하였다 (Table 3). SCBLF 처리 기간은 2007년 7월 27일부터 10월 5일까지 80일 동안 실시하였다. 각 클론별 5본씩 총 150본에 대하여 15일 간격으로 묘목당 5 L씩 6회에 걸쳐 총 30 L(N:28.8g)를 처리하였으며 SCBLF를 처리하지 않은 나머지 150본을 대조구로 사용하였다. 액비 처리구는 나무 주위에 원형으로 골을 조성하여 다른 곳으로 유출되지 않고 묘목의 뿌리가 잘 흡수하도록 유도하였다(Fig. 1).

Table 1. List of poplar clones used for this experiment.

Species	Clone	No. of tree
<i>Populus. alba</i> × <i>P. glandulosa</i>	Clivus	30
	72-30	30
	72-31	30
	Bonghwal	30
<i>Populus. deltoides</i> × <i>P. nigra</i>	Dorskamp	30
<i>Populus. deltoides(Lux)</i> × <i>P. deltoides(Harvard)</i>	97-19	30
<i>Populus. euramericana</i>	Eco28	30
	I-476	30
<i>Populus. nigra P. maximowiczii</i>	62-2	30
<i>Populus. koreana P. nigra var. italica</i>	suwon	30

Table 2. The chemical properties before experiment.

Soil depth	pH	EC	OM	Av. P2O5	T-N	Ex. cation			
						K	Na	Ca	Mg
cm	1:5	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	----- cmol _c kg ⁻¹ -----			
0-20	8.3	0.42	4.1	28	0.2	0.18	0.30	8.9	1.3
20-40	8.7	0.48	2.7	26	0.1	0.40	0.40	5.0	1.8
40-60	9.1	0.67	2.4	22	0.1	0.52	0.59	4.8	1.6



Fig. 1. Test plantation established for this study(Left), treatment of SCBLF(Right).

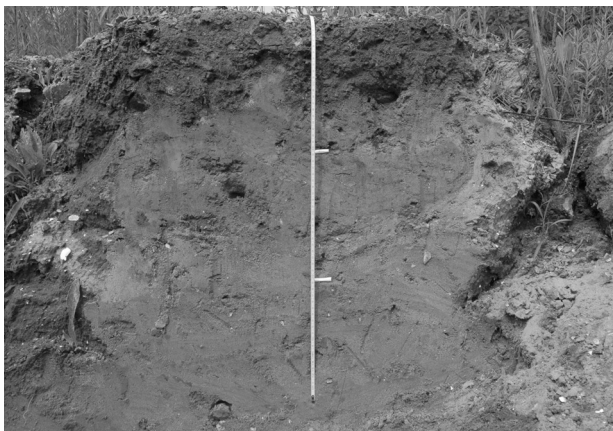


Fig. 2. Soil section of study site.

토양분석 간척 성토지 토양의 화학적 특성을 알아보기 위해 시험 전인 2007년 7월 5일에 반복구당 3개소씩 총 9개소에서 토양을 채취하였다. 시료는 토심 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm 깊이에서 채취하였으며 풍건하여 2 mm체를 통과시킨 후 분석하였다. 조사 항목은 토양 pH, EC, OM, T-N, 유효인산, 치환성 양이온(K, Mg, Na, Ca) 등을 토양 및 퇴비분석법(GARES, 2008)에 의하여 분석하였고 시험지 토양의 화학적 특성은 Table 2와 같다. 시험지 토양의 염농도는 0.03%로 일반 간척지에 비해 상당히 낮다. 본 시험지는 인위적인 성토로 인해 지하수위가 낮아졌기 때문에 제염이 빠르게 진행된 것으로 생각된다(Fig. 2). 토양 pH는 8.3-9.1로 매우 높았다. Miller and Donahue (1990)는 강우가 적고 건조한 지역에서 Ca^{2+} 등과 같은 무기이온의 집적에 의해 토양 pH가 높게 나타난다고 하였다. 그러나 우리나라의 경우 강우량이 많기 때문에 건조해서라기보다는 해수 중에 포함된 무기이온이 간척 후 토양에 집적되어 pH가 높아진 것으로 판단된다.

SCBLF의 화학적 특성 SCBLF는 pH 8.8로 알칼리성이며 전질소(T-N) 및 전인산(T-P), 질산태 질소

Table 3. The chemical properties of SCBLF.

pH	T-N	T-P	NO ₃ -N	NH ₄ -N
	----- mg L ⁻¹ -----			
8.8	961	91.6	6.9	80.3

(NO₃-N), 암모니아태 질소(NH₄-N) 함량이 많이 저감된 것으로 나타났다. 이는 톱밥과 왕겨를 이용하여 축산분뇨를 여과하는 과정에서 일부는 휘산되고 톱밥과 왕겨 등에 질소와 인산이 흡착되어 농도가 낮아진 것이다.

엽특성 SCBLF 처리 후 70일째인 9월 25일에 남향의 1년생 가지에서 반복당 3개체씩 총 9개체에서 잎을 채취하여 엽색, 엽면적, 전질소(T-N) 함량을 조사하였다. 엽색은 SPAD-502 meter(Minolta, Japan)를 이용하여 조사하였으며, 클론별 9개체에 대하여 각각 성숙 잎 10개의 평균을 구하였다. 엽면적은 Li-3100 Area Meter(Licor, Inc.)를 이용하여 1년생 가지에 달린 전체의 엽면적을 측정 한 뒤 엽수로 나누어 평균을 구하였다. 엽면적을 측정 한 뒤 잎을 건조기에 넣고 80 °C에서 72시간 이상 건조한 후 분쇄하여 토양 및 퇴비 분석법(GARES, 2008)에 따라 T-N함량을 분석하였다.

생장조사 SCBLF 처리에 따른 포플러 클론별 수고와 흉고직경 성장량을 조사하기 위해 SCBLF 처리 전 7월 24일과 처리 후 10월 15일에 각각 수고와 흉고직경을 측정하여 변화량을 관찰하였으며 1년생 가지의 성장량을 비교하였다.

통계분석 SCBLF 처리구와 대조구간 성장특성을 비교하기 위해 t-검정을 통하여 유의수준 1%, 5%에서 검증하였다.

결과 및 고찰

엽특성 SCBLF 처리에 따른 엽특성은 Table 4에서 확인할 수 있다. 엽면적의 경우 처리구와 대조구간 통계적 차이가 있고(P<0.05) SCBLF 처리구가 대조구에 비해 엽면적이 평균 26% 증가한 것으로 나타나 SCBLF 처리가 포플러의 엽면적 성장을 촉진시키는 효과가 있는 것으로 생각된다. 특히 Suwon의 경우 대조구에 비해 3배 이상 엽면적이 증가하였고 통계적 차이가 인정 되었으며(P<0.01) Clivus, 72-30, Dorskamp, 97-19에서도 유의차(P<0.05)가 있는 것으로 나타났으나 나머지 클론에서는 통계적 차이가 없었다. 이는 포플러에 축산폐수 처리가 엽면적 성장을 촉진시킨다는 Yeo (2002)의 보고와 일치하였으며, 벼에서 돈분뇨 액비 시용으로 무비구에 비해 초장이 증가하였다는 결과와도 유사한 경향을 보였다(Kim et al., 2004; Park et al., 2001a; Park et al., 2001b). 반면 I-476과 Eco28는 오히려 대조구보다 엽면적이 감소하였지만 유의성이 인정될 수준은 아니었다. 쓰레기 매립지 침출수 흡수실험에서 50% 희석액 처리시 침출수 흡수량이 이태리포플러, 현사시, 양황철의 순으로 우수하던 것이 원액을 처리하였을 때 침출수에 내성이 우수한 현사시의 흡수량이 우수하였다(Koo et al., 1998)는 결과를 볼 때 I-476과 Eco28 클론은 고농도의 질소가 함유된 SCBLF 처리시 다른 클론에 비해 흡수량이 저하된 것으로 생각된다.

엽록소 함량은 잎으로부터 엽록소를 추출하여 직접적으로 정량할 수 있는 분석방법(Arnon, 1949)이 있지만 이를 위해 잎을 제거할 경우 묘목의 증산량 감소와 스트레스를 초래할 수 있다(Yeo, 2002). 이러한 문제를 방지하기 위해서 SPAD-502를 이용하였으며 이 값을 엽록소 함량과의 연관성을 비교분석한 사례

는 이미 여러 차례 보고된바 있다(Kim and Hong, 1998; Woo et al., 2001; Woo et al., 2004). 본 연구에서 포플러 잎의 SPAD 지수는 SCBLF 처리구가 대조구보다 평균 5% 정도 높았다. 이는 SCBLF의 처리에 따른 질소성분의 공급이 잎의 엽록소 함량을 증가시킨 것으로 추정되며, 축산폐수 처리구가 지하수 처리구에 비해 엽록소 함량이 높았다는 보고와 일치하지만(Yeo, 2002) 97-19를 제외한 나머지 클론에서는 통계적 유의성이 없었다. 잎의 T-N함량에서 SCBLF 처리구가 대조구에 비해 평균 18% 증가하였고 유의성(P<0.01)이 인정되었다. 클론별로는 97-19, I-476, Suwon, 72-30이 P<0.05, Clivus가 P<0.01 수준에서 유의성을 보였다.

가지 생장량 Figure 3은 2007년도에 생장한 1년생 가지의 길이를 비교한 것으로 SCBLF 처리구 76.2cm, 대조구 63.6cm로 처리구가 대조구에 비해 120% 우수하였으며 유의성이 인정되었다(P<0.05). 클론별로는 Clivus, Eco28, 72-31 등에서 P<0.05의 유의성을 나타냈다. 단순 가지 생장량 면에서는 Clivus, 62-2, Eco28의 순으로 우수하였고 Suwon이 가장 저조하였으나 I-476을 제외한 모든 클론에서 대조구에 비해 생장량이 증가한 것으로 나타났다. 특히 Clivus와 72-30은 대조구에 비해 40% 이상 더 잘 자란 것으로 나타나 SCBLF 처리에 민감한 반응을 보인 것으로 생각된다. 이는 엽면적 증가에서와 마찬가지로 SCBLF의 질소성분이 양분 역할을 하여 가지 길이 생장에 도움을 준 것으로 생각된다.

수고 및 흉고직경 SCBLF 처리에 따른 포플러 클론별 수고 및 흉고직경 생장은 Table 5와 같다. 평균적으로 볼 때 처리구가 대조구에 비해 수고생장 20%,

Table 4. Leaf area, leaf color and T-N contents of clones treated with SCBLF and control.

Clone	Leaf area per leaf		Leaf color		T-N	
	SCBLF	Control	SCBLF	Control	SCBLF	Control
	----- cm ² -----		----- SPAD -----		----- % -----	
62-2	108.8	91.4	47.8	46.4	1.93	1.83
97-19	93.6*	73.7	43.6**	38.0	1.91*	1.46
I-476	92.9	93.2	47.5	47.3	2.47*	2.13
Suwon	79.5**	25.1	45.7	38.7	2.03*	1.37
Dorskamp	73.5*	54.4	48.2	47.3	1.89	1.61
Eco28	65.1	73.1	44.8	42.9	2.02	1.88
Clivus	60.7*	35.7	46.9	44.7	1.98**	1.45
72-30	40.7*	30.4	50.0	50.6	2.26*	2.01
72-31	40.3	38.0	53.9	51.1	2.15	2.04
Bonghwal	33.0	30.6	49.5	48.0	2.02	1.71
Mean	68.8**	54.6	47.8	45.5	2.07**	1.75

*and ** significant at P<0.05, 0.01.

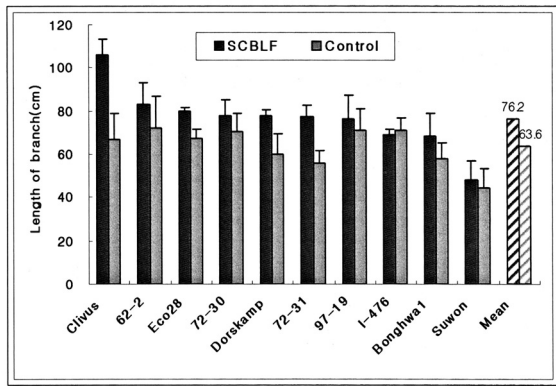


Fig. 3. Branch length of ten poplar clones treated with SCBLF and control.

홍고직경생장 41% 증가하였으며 통계적 차이가 있었다($P < 0.01$). 클론별로 살펴보면 수고생장의 경우 Clivus, 72-30, Suwon에서 유의성이 인정되었으며 ($P < 0.05$) 홍고직경생장의 경우 Clivus, Eco28, Dorskamp, 72-30, 72-31에서 유의성 있는 것으로 나타났다($P < 0.01$). 이는 SCBLF에 포함된 고농도의 질소가 양료 역할을 한 것으로 해석할 수 있으며(Koo et al., 1998) 질소함량이 높은 생활쓰레기 매립지 침출수 처리가 이태리 포플러와 자작나무 묘목의 수고와 홍고직경 생장을 촉진시켰다는 Woo et al. (2001)의 보고와 일치하였다. 또한 돈분뇨 액비 시용이 벼(Park et al., 2001a; Park et al., 2001b), 양파(Lee et al., 2006), 이탈리아인 라이그라스(Kim et al., 2001)의 생육에 영향을 미친다는 사례가 보고된바 있어 SCBLF처리가 포플러의 생장에 도움을 준 것으로 판단할 수 있다. 일반적으로 액비 처리는 시용시기와 시용량에 따라 식물의 반응 정도가 다른데(Choudhary et al., 1994) 본 연구에서 SCBLF 처리시기가 늦고 시용량이 적었음에도 불구하고 현사시(Clivus, 72-30)는 수

고와 홍고직경 생장에서 뿐만 아니라 잎의 T-N함량에서도 유의성을 보인 것을 감안할 때 다른 클론에 비해 SCBLF 처리에 대한 반응이 민감한 것으로 생각된다.

선행된 연구에서 현사시가 축산폐수 오염지, 쓰레기 매립지 등 다양한 환경에서 적응력이 우수하였다는 보고(Yeo et al., 2003; Koo et al., 2006)와 본 연구의 결과는 일치하지만 간척지에서 SCBLF 처리에 따른 생육특성에 대한 연구는 미비한 실정이며 적응성 검증을 위해서는 장기적인 모니터링이 필요할 것으로 생각된다.

적 요

간척성토지에서 SCBLF 처리효과를 알아보기 위하여 80일 동안 SCBLF 처리 후 포플러의 클론별 생육 특성을 조사하였다. 엽면적은 SCBLF 처리구가 대조구에 비해 26% 증가하였다($P < 0.05$). 엽록소 함량은 처리구가 대조구보다 5% 증가하였으나 유의성은 없었다. 엽면적의 경우 Suwon, Clivus, 72-30, Dorskamp, 97-19서 처리구와 대조구간 통계적 차이가 있었고 ($P < 0.05$), 엽록소 함량은 97-19에서 유의성을 나타냈다($P < 0.01$). 잎의 T-N함량은 $P < 0.01$ 에서 유의성이 인정되었으며, 클론별로는 97-19, I-476, Suwon, 72-30이 $P < 0.05$, Clivus가 $P < 0.01$ 수준에서 유의성을 보였다. 수고 및 홍고직경 생장은 SCBLF 처리구가 대조구에 비해 각각 20%, 41% 증가하였으며 유의성이 인정되었다($P < 0.01$). 수고생장은 Clivus, 72-30, Suwon에서 ($P < 0.05$) 홍고직경생장은 Clivus, Eco28, Dorskamp, 72-30, 72-31에서 유의성이 인정되었다($P < 0.01$). 특히 현사시(Clivus, 72-30)의 경우 잎의 엽면적, T-N함량, 수고 및 홍고직경 생장에서 통계적으로 유의한 차이

Table 5. Height and diameter of breast height(DBH) growth of clones treated with SCBLF and control.

Clone	Height growth		DBH growth	
	SCBLF	Control	SCBLF	Control
	----- cm -----		----- mm -----	
Clivus	58**	41	3.87**	3.15
97-19	57	47	10.59	9.77
Eco28	48	39	7.91**	4.63
Dorskamp	47	36	8.25**	4.59
62-2	43	41	3.79	3.09
I-476	41	45	4.22	4.25
Bonghwal	36	39	2.74	3.00
72-30	32*	23	6.87**	1.87
Suwon	32**	15	1.43	1.41
72-31	30	27	3.11**	1.52
Mean	42.4**	35.3	5.28**	3.73

*and ** significant at $P < 0.05, 0.01$.

를 보였으며 SCBLF 처리구가 대조구보다 높거나 우수하였다.

사 사

본 연구는 축산과학원 자연순환농업연구사업단의 연구비지원에 의하여 수행되었음.

인 용 문 헌

- Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenol-oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physio.* 24:1-15.
- Bae, Y.H., and D.K. Lee. 2001. Plant species selection program for ecological restoration of coastal reclaimed land. *J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech.* 4:66-74.
- Choudhary, M., L. D. Bailey, and C. A. Grant. 1994. Review of the use of swine manure in corp production: Effects on yield and composition on soil and water quality. *Waste Manage. Res.* 16:581-595.
- GARES. 2008. Methods of soil and compost analysis. Gyeonggido Agricultural Research and Extension Services, Hwaseong, Korea.
- Hwang, S.W., J.K. Sung, B.K. Kang, C.S. Lee, S.G. Yun, T.W. Kim, and K.C. Eom. 2004. Polyamine biosynthesis in red pepper and chinese cabbage by the application of liquid pig manure. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 37:171-176.
- Kim, J.G., K.B. Lee, D.B. Lee, S.B. Lee, and S.Y. Na. 2004. Influence of liquid pig manure on rice growth and nutrient movement in paddy soil under different drainage conditions. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 37:97-103.
- Kim, J.J., and S.G. Hong. 1998. Effect of UV-B radiation and water stress on hardening phase growth of container-grown *Betula platyphylla* seedlings. *J. Korean For. Soc.* 87:601-610.
- Koo, Y.B., K.S. Woo, J.K. Yeo, and Y.S. Kim. 2006. Selection of superior poplar and willow clones in growth performance and adaptation abilities at Sudokwon Landfill Site. *J. Korean For. Soc.* 95:743-750.
- Koo, Y.B., E.R. Noh, S.Y. Woo, and S.K. Lee. 1998. The effect of leachate of municipal waste landfill on poplar growth. *Poplar 15*. Korea National Poplar Commission, Seoul, Korea.
- KRC. 2007. Agricultural Infrastructure Development and Improvement Project. Korea Rural Community and Agricultural Corporation, Uiwang, Korea.
- Lee, K.B., J.G. Kang, J. Li, D.B. Lee, C.W. Park, and J.D. Kim. 2007. Evaluation of salt-tolerance plant for improving saline soil of reclaimed land. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 40:173-180.
- Lee, K.B., M. Xu, J.D. Kim, and K.Y. Jung. 2006. Soil characteristics and utilization on reclaimed land in Jangsu Province coastal region of China. *Korean J. Intl. Agri.* 18:245-252.
- Lee, S.H., B.D. Hong, Y. An, and H.M. Ro. 2003. Relation between growth condition of six upland-crops and soil salinity in reclaimed land. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 36:66-71.
- Lee, S.H., S.H. Yoo, S.I. 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.* 19:358-363.
- Miller, R. W. and R.L. Donahue. 1990. An introduction to soils and plant growth. Prentice-Hall pp768.
- Mitsch, W. J. and J. G. Gosselink. 2000. *Wetlands*. 3rd ed. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Park, B.K., J.S. Lee, N.J. Cho, and K.Y. Jung. 2001a. Effect of liquid pig manure on growth of rice and infiltration water quality. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 34:153-157.
- Park, B.K., J.S. Lee, N.J. Cho, and K.Y. Jung. 2001b. Effect of application time and amount of liquid pig manure on growth of rice and infiltration water quality. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 34:153-157.
- Rural Development Corporation. 1998. A study on the corp cultivation by the improvement of desalinization techniques on the reclaimed farmland. RDC, Ansan, Korea.
- The Korea Forest Society. 2004. Proceedings of the 2004 annual meeting of the Korea forest society. 1:335-337.
- Woo, S.Y., D.S. Lee, D.G. Kim, and P.G. Kim. 2001. Effects of waste leachate irrigation on *Populus euramericana* and *Betula platyphylla* var. *japonica* seedlings(Ⅱ). *J. Korean For. Soc.* 90:55-63.
- Woo, S.Y., S.H. Lee, and D.S. Lee. 2004. Air pollution effects on the photosynthesis and chlorophyll contents of street trees in Seoul. *Korean J. Agri and For Meteorol.* 6:24-29.
- Yadav, R.L., B.S. Dwivedi, K. Prasad, and P. S. Pandey. 2000. Yield trends, and changes in soil organic-C and available NPK in a long-term rice-wheat system under integrated use of manure and fertilizers. *Field Crop. Res.* 68:219-246.
- Yeo, J.K. 2002. Use of poplars for elimination of livestock waste water, salt and lead. Ph.D. Thesis, Kyungpook National University, Daegu, Korea.
- Yeo, J.K., I.S. Kim, Y.B. Koo, Y.J. Kim, and S.H. Joo. 2003. Growth and absorption of livestock wastewater of poplar species at test plantation. *J. Korea Soc. of Waste Manage.* 20:742-749.