

석탄회 시용이 연초의 수량 및 품질에 미치는 영향

홍순달* · 석영선
충북대학교 농과대학
(1997년 11월 10일 접수)

Effect of Fly Ash on the Yield and Quality of Tobacco

Soon-Dal Hong* and Yong-Seon Seok
College of Agriculture, Chungbuk National University
(Received November 10, 1997)

Abstract : This study was conducted to investigate the effect of fly ash on the yield and quality and to determine the optimum application amount of fly ash for tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Two kinds of fly ash, anthracite and bituminous coal, were treated with different levels of 0, 20, 40, 60 MT/ha. Dry weights of tobacco at middle and topping growth stage were increased with application of fly ash, showing the highest dry weight at 40 MT/ha in both kinds of fly ash. It was showed that the bituminous coal had a little more effective for yield than that of anthracite. Comparing with the control, yields of tobacco applied with fly ash were significantly increased about 17.7% and 17.1% by the application of bituminous coal and anthracite, respectively. Quality of flue-cured leaves was better by application of fly ash than that of the control. The quality index was given the highest at 40 MT/ha for bituminous coal increasing by 24.6% and at 60 MT/ha for anthracite increasing by 13.4% compared with the control. The economical efficiency considered of the yield and quality of tobacco was the highest at 40 MT/ha of bituminous. Soil pH, contents of available P_2O_5 , organic matter, exchangeable Ca^{2+} and Mg^{2+} of soil during the growing season were increased by application of fly ash, showing more effectiveness in bituminous than that in anthracite. By the application of fly ash, the nutrients availability and the acidity of soil were reformed and they caused significantly the increase of growth, yield, and quality of tobacco. By the application of lime reforming soil acidity, growth response, yield, and quality of tobacco were not increased compared to the control, although the effect of reforming soil pH was remarkable.

Key words : fly ash, anthracite, bituminous coal, tobacco yield, tobacco quality

석탄회의 성분조성은 무연탄과 유연탄의 종류에 따라 다소 차이가 있으나 대체로 Si와 Al이 80% 이상이고 Fe 및 Ca이 3%이상, Mg, Na, K, P_2O_5 ,

$Ba(OH)_2$, 및 S가 0.1-0.3% 함유되어 있으며 그외 미량요소들인 B, Mn, F, Zn, Cu, Mo, Cr, Ni, V, 및 I 가 0.01-0.1% 함유되어 있다(육창수 등

* 연락저자 : 361-763, 충북 청주시 개신동 48, 충북대학교 농과대학

* Corresponding author : College of Agriculture, Chungbuk National University, 48 Gaeshin-dong, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea

1994). 생성된 석탄회는 시멘트나 하수처리 흡착제 및 토양 개량제로 일부가 이용되고 있으나 대부분은 폐기물로 처리되며 환경오염문제와 관련되고 있다.

석탄회는 화학적 성분조성이 토양과 유사하기 때문에 농업적 활용이 검토되기 시작하였고(신제성 1987) 비료물질로서의 개발 가능성(신제성 등, 1990; 1993; 1994) 및 여러 가지 작물에 대한 시용 효과(김정제 등, 1992; 김재정 등, 1992; 김용웅 등, 1994; 김재정, 1995; 임선욱 등, 1990)와 토양 및 식물체의 중금속 함량에 미치는 영향(김복영 등, 1994a, 1994b, 1994c, 1995)등에 대하여 연구가 수행 되어 농업적 활용 가능성이 확인되었다.

본 연구는 전보의 풋트시험에서 석탄회의 시용이 연초의 생육에 양호한 효과를 미치며 석탄회 시용으로 인한 토양 및 식물체의 중금속 함량도 우려할 수준이 아니라는 결과에 따라 포장조건에서 연초의 수량 및 품질에 대한 석탄회의 시용효과를 검토 하였다.

재료 및 방법

본 시험은 공시작물을 연초(NC82)로 하여 석탄회의 시용효과를 검토하기 위하여 청주시 개신동 소재 충북대학교 농과대학 실습포장에서 1995년도에 수행 하였다. 공시토양은 화강암 잔적층으로 이루어진 예산동으로서 저 구릉지 절토지의 사양토이었다. 화학성은 표 1과 같이 pH가 4.9로 산성이었으며 다른 화학성은 충북 밭 토양의 pH, 유기물, 유효인산 및 CEC 각각의 평균치(농촌진흥청 1989)인 6.8, 18.0 g/kg, 318 mg/kg, 및 11.1에 비

하여 낮은 함량을 보였다.

석탄회의 처리내용은 무연탄회와 유연탄회로 구분하여 시용수준을 0, 20, 40, 60 MT/ha의 4개 수준으로 하였고 석탄회에 의한 산도효과를 비교하기 위하여 ORD법에 의한 석회시용구(3500 kg/ha)를 포함 시켰다. 시험구는 22.68 m²의 면적에 난괴법 3반복으로 배치하였다. 석탄회의 시용은 본포 이식 10일전에 전층시용한 후에 경운기 부착 로타리로 작토층에 혼합되게 하였다. 시험에 사용된 석탄회의 화학성분은 표 2와 같다. 석탄회의 화학성은 생산년도에 따라 다소 차이를 보였으나 무연탄회 보다 유연탄회에서 pH, 석회, 및 규산 함량이 더 높았다.

시비량은 연초용 복합비료(질소-인산-칼륨, 13-7-25)를 1000kg/ha 시용 하였고 함수상태의 퇴비를 13MT/ha씩 시용 하였다. 연초묘는 재식밀도 105 x45cm으로 개량멸칭 재배법으로 4월 21일에 본포에 이식하였고 5월 9일 복토, 6월 22일에 적심을 하였다.

연초의 생육조사는 생육중반기인 이식후 46일째와 적심기인 67일째에 일반 생육특성과 처리구당 3주씩 채취하여 생체중 및 건물중을 측정한 후 분쇄하여 분석시료로 하였다. 잎담배 수확은 7월 3일에 시작하여 7월 31일까지 5회 하였다.

토양 일반 화학성은 농업기술연구소(현 농업과학기술원) 토양화학분석법(1988)에 준하여 분석하였다. 식물체 분석은 70°C에서 건조후 분쇄된 시료를 산 분해용액(HClO₄ : H₂SO₄ = 10:1)으로 습식분해하여 전질소는 Kjeldahl법으로, 인산은 Vanadate법으로, 붕소는 Curcumin법으로, 그리고 K, Ca, Mg은 ICP를 이용하여 분석 하였다.

Table 1. Chemical properties of experimental soil

Soil Texture (USDA)	pH (1:5)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Organic Matter (g/kg)	Exchangeable Cations				CEC
				K	Ca	Mg	H cmol ⁺ /kg	
Sandy Loam	4.90	301.1	8.2	1.54	1.73	0.70	6.82	5.30

Table 2. Chemical compositions of fly ash

Fly Ash	pH (1:5)	P ₂ O ₅ (g/kg)	B ₂ O ₃ (mg/kg)	CaO			SiO ₂ (g/kg)	Alkalinity
				MgO				
Anthracite	8.90	0.3	1475	7.3	1.2	11.5	9.0	
Bituminous	9.48	0.2	1484	24.3	0.8	18.5	25.4	

* P₂O₅ ; 2 % citric acid soluble

B₂O₃ ; water soluble

CaO, MgO, SiO₂ ; 0.5N HCl soluble

결과 및 고찰

생장량 및 수량

석탄회 시용에 따른 이식후 46일째 연초의 지상부 생체중 및 건물중은 표 3과 같다. 지상부 건물중은 석탄회 시용에 따라 무처리 보다 크게 증가하였으며 시용수준이 증가할 수록 증가되었다. 토양산도 교정효과를 비교하기 위한 석회 시용구는 무처리보다 건물중이 증가 하였으나 석탄회 시용구보다는 적었다. 석탄회 시용에 의한 건물중의 증가 정도는 무연탄회보다 유연탄회에서 더 컸으며 유연탄회 60MT/ha에서 최대 건물중을 보였다.

이러한 결과는 전보의 꺾기시험에서 유연탄회 1.2kg/pot(작토층 15cm 기준으로 90 MT/ha 상당량) 처리에서 붕소과다에 의한 연초의 초기생육이

부진하였던 결과와는 상이하게 오히려 생육이 촉진되었음을 시사하고 있다. 두과식물이 유연탄회 60MT/ha 이상 시용에서 잎 가장자리가 갈변되고 괴사하며 생육이 억제되는 붕소독증을 나타냈다는 보고(김재정 1992, 육창수 1994)와 석탄회 시용에 의한 붕소과량 흡수는 초기생육이 억제(Hollis 등 1988, Plank 등 1974, Aitken 등 1985)된다는 보고와 다르게 연초는 붕소에 대한 반응이 민감하지 않았다. 연초에 대한 붕소시용은 열탈락 방지에 효과가 있는 것으로 알려져 있으므로 연초의 석탄회 시용은 긍정적인 효과를 기대할 수 있다.

적심기인 이식후 67일째 연초의 생육특성은 표 4와 같다. 적심기 연초생육은 중반기와 같은 경향으로 간장, 간경, 최대엽의 장과 폭, 그리고 건물중이 석탄회 시용에 의해 증가되었다. 석탄회 종류별

Table 3. Dry weight of tobacco leaves at the 46th day after transplanting.

Treatment	Application Level (MT/ha)	Fresh weight			Dry weight		
		Upper	Lower	Total	Upper	Lower	Total
Control	0	80.4	231.4	311.9	10.2	28.1	38.2
Lime		105.8	321.1	426.9	12.9	35.8	48.7
Bituminous	20	114.9	271.9	386.8	14.6	38.3	52.9
	40	137.8	344.6	482.3	17.4	38.1	55.5
	60	134.9	338.5	473.4	16.1	42.9	59.0
Anthracite	20	91.6	275.2	366.8	11.7	32.8	44.5
	40	114.6	277.0	391.5	17.4	32.5	49.8
	60	113.3	319.7	433.0	15.2	39.1	54.2

석탄회 시용이 연초의 수량 및 품질에 미치는 영향

Table 4. Growth characteristics of tobacco at the 67th day after transplanting

Treatment	Application Level (MT/ha)	No. of Leaves (ea/plant)	Stem Height (cm)	Diameter of Stem (cm)	Maximum leaf		
					Position (No.)	Length (cm)	Width (cm)
Control	0	16.9	82.1	2.47	6.0	53.3	28.8
Lime		16.7	79.2	2.67	7.7	56.1	27.8
Bituminous	20	17.6	83.6	2.63	8.2	57.7	26.4
	40	16.9	89.8	2.75	6.4	59.0	32.2
	60	17.3	86.3	2.62	6.3	56.0	29.9
Anthracite	20	16.8	84.4	2.52	6.0	54.4	30.5
	40	17.4	88.2	2.73	5.7	58.3	32.1
	60	17.0	83.8	2.62	5.9	55.0	30.8

Table 4. Continued

Treatment	Application Level (MT/ha)	Fresh weight			Dry weight		
		Upper	Lower	Total (g/plant)	Upper	Lower	Total
Control	0	207.3	423.3	630.6	43.9	69.2	113.1
Lime		231.9	374.2	606.1	45.3	58.2	103.5
Bituminous	20	168.9	424.5	593.5	34.6	73.1	107.7
	40	239.1	520.7	759.9	51.3	86.0	137.3
	60	196.8	481.8	678.6	46.6	84.1	130.7
Anthracite	20	193.9	382.1	576.0	40.2	65.1	105.2
	40	193.3	442.3	635.6	41.1	71.8	112.9
	60	176.9	397.4	574.3	40.3	66.3	106.6

로는 유연탄회가 무연탄회 시용구보다 성장량 증가효과가 더 컸다. 최대엽의 장과 폭, 그리고 건물중으로 비교해 볼때 유연탄 40MT/ha 처리구가 가장 양호 하였고 다음으로 유연탄회 60MT/ha, 무연탄회 40MT/ha의 순이었다. 석회 시용구는 중반기의 성장 경향과 같이 무처리구와 비슷한 성장을 보였는데 이는 생육기간 동안 석회시용에 의한 pH가 큰 폭으로 변화하여 연초 초기생장에 바람직하지 않은 영향을 주었기 때문으로 생각된다.

표 5는 석탄회 시용에 따른 잎담배 수량및 품질을 나타낸 것이다. 수량은 중반기 및 적실기 성장량 변화와 유사한 경향으로 무처리에 비하여 석탄회 시용에 의해 유의성있는 증가를 보였다. 수량은 특히 유연탄회 및 무연탄회 각각 40MT/ha 시용구가 무처리구 보다 17.1-17.7% 증수되었고, 각각 60MT/ha 시용구도 7.1-7.5% 증수되었다. 또한 석탄회 시용구는 무처리에 비하여 잎담배 품질평가에서 상위등급의 분포비율이 높아 품질이 향상되

Table 5. Yield and quality of flue-cured tobacco

Treatment	Application Level (MT/10a)	Grade					Yield	Index (%)	*Quality	Index (%)
		1st	2nd	3rd	4th	5th				
Control	0	120	119	710	1147	265	2361	100.0	2.443	100.0
Lime		119	103	753	1092	277	2343	99.2	2.443	100.0
Bituminous	20	199	242	1101	761	225	2528	107.1	2.773	113.5
	40	480	299	1078	684	239	2779	117.7	3.045	124.6
	60	316	333	955	783	159	2546	107.8	2.947	120.6
Anthracite	20	133	271	898	812	205	2319	98.2	2.704	110.7
	40	212	353	961	886	353	2765	117.1	2.706	110.8
	60	202	374	909	746	307	2539	107.5	2.770	113.4
LSD	0.05						20.0		0.31	
LSD	0.01						27.8		0.42	

* Quality =
$$\frac{[\text{Yield of 1st grade}(\text{kg}) \times 5] + [(\text{2nd}) \times 4] + [(\text{3rd}) \times 3] + [(\text{4th}) \times 2] + [(\text{5th}) \times 1]}{\text{Total Yield (kg)}}$$

었다. 특히 유연탄회 40MT/ha 시용구와 60MT /ha 시용구는 무처리구에 비하여 품질지수가 각각 24.6%와 20.6%씩 증가하여 가장 양호하였으며 다른 석탄회 시용구들도 107-13.5%씩 품질이 향상 되었다. 그러나 석회 시용구는 생장량에서와 마찬가지로 무처리구와 거의 같은 수량과 품질을 보였다.

잎담배 수량 및 품질을 종합하여 비교해 볼 때

유연탄회 40 MT/ha 시용구는 수량 및 품질에서 가장 양호 하였다. 무연탄회 시용수준에 따른 품질은 거의 비슷하였으나 수량은 40 MT/ha 시용구에서 가장 높았다. 이러한 결과로부터 수량과 품질을 고려한 잎담배 수익성은 석탄회 40 MT/ha 시용구에서 가장 높았다.

그림 1은 석탄회 시용수준과 잎담배 수량의 회

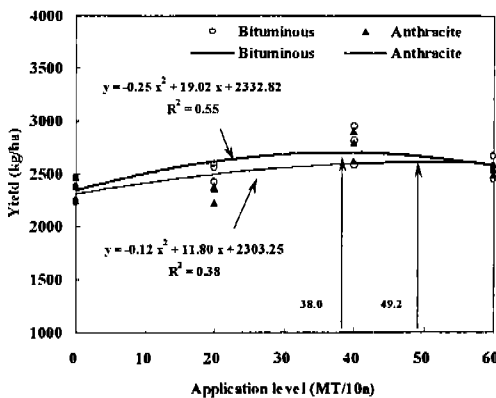


Fig. 1. Optimum application levels of fly ash on tobacco yield

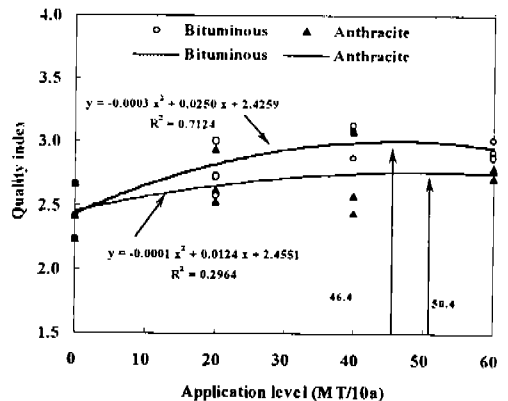


Fig. 2. Optimum application levels of fly ash on quality index of tobacco

석탄회 사용이 연초의 수량 및 품질에 미치는 영향

귀관계를 나타낸 것이다. 평가된 회귀식으로부터 최대 수량을 얻기 위한 석탄회의 사용수준은 유연탄회의 경우 38.0 MT/10a, 무연탄회의 경우는 49.2 MT/10a 로 평가 되었다. 그림 2의 잎담배 품질과 석탄회 사용수준과의 회귀분석으로부터 최대 품질을 얻기 위한 석탄회의 사용수준은 유연탄회의 경우 46.4 MT/10a, 무연탄회의 경우 50.4 MT/10a 로 평가 되었다.

양분 흡수량

연초 생육 중반기와 적심기때 엽중에 흡수된 양분 함량들은 표6 및 7과 같다. 생육이 가장 왕성한 이식후 46일째 유연탄회 다량 시용구는 무처리에 비하여 인산, 석회 및 고토함량이 높은 경향을 보였다. 이러한 결과는 유연탄회 시용구가 성장량 및 수량에서 양호 하였던 결과와 관련되었다. 그러나 이식후 67일째 엽중에 흡수된 양분함량은 유연탄회 다량 시용구에서 석회 함량만이 다소 높았으며 다른 성분들의 함량은 무처리와 큰 차이를 보이지 않았다.

표 8에서 수확엽중 내용성분들의 함량을 비교해 볼때 석탄회 사용에 따른 함량변화는 연초 생육중에 흡수된 양분함량의 변화 양상과 비슷하였다. 유연탄회 다량 시용구가 무처리에 비하여 엽중 석회 함량이 다소 높았을 뿐 다른 성분들의 함량은 처리간에 큰 차이를 보이지 않았다. 특히 잎담배

내용성분에서 고려되는 Nicotine함량은 오히려 무처리구에 비하여 석탄회 시용구에서 낮은 경향을 보였고 전당 함량은 처리간에 일정한 경향을 보이지 않았다.

수확엽중 내용성분들로 비교해 볼 때 석탄회 사용은 무처리에 비하여 큰 차이를 보이지 않아 잎담배 내용성분에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 생각되었다.

토양 화학성 변화

석탄회 및 석회 사용에 의한 토양산도의 경시적 변화를 연초 재배기간동안 조사하여 그림 3에 나타냈다. 석탄회 사용에 의한 토양의 산도교정 효과는 뚜렷하였으며 무연탄회 보다는 유연탄회에서 그 효과가 크게 나타났다. 유연탄회 사용은 재배기간동안 pH의 변화가 크지 않으면서 산도의 교정효과가 인정되었다. ORD 법에 의한 석회 시용구는 산도교정 효과가 가장 컸으나, 재배기간 동안 토양 pH의 변화폭이 매우 크게 나타났다. 석회 처리구는 시용 직후에 토양 pH가 9.5 정도로 크게 증가되었고 이식후 46일째 6.97, 이식후 67일째 7.17로서 pH 변화폭이 매우 컸다.

이러한 결과로 볼때 석탄회는 토양의 산도교정을 위해 석회와 같이 수개월 전에 시용하지 않아도 토양중에서 쉽게 평형에 도달된다는 것을 알 수 있다. 따라서 석탄회 사용은 석회를 사용하는

Table 6. Nutrient contents in tobacco leaves at the 46th day after transplanting

Treatment	Application Level (MT/ha)	T-N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO	
		Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low	Up	Low
Control	0	21.5	12.9	4.2	3.0	23.3	29.0	9.7	15.7	4.5	5.5
Lime		16.2	13.2	4.1	3.0	24.6	24.5	17.5	29.3	5.1	5.2
Bituminous	20	19.6	9.2	4.5	3.1	24.3	25.3	12.9	21.5	4.3	5.7
	40	19.6	13.4	3.7	2.8	21.2	26.2	13.2	24.5	5.1	8.8
	60	29.0	19.9	8.8	4.6	28.0	29.0	13.6	30.2	6.5	10.3
Anthracite	20	19.9	14.1	4.6	3.4	22.4	24.9	8.8	15.3	4.6	6.7
	40	23.6	18.8	7.3	4.7	20.9	20.7	8.7	17.6	5.4	8.0
	60	14.9	11.5	3.4	3.2	17.3	18.2	9.1	10.7	5.1	5.3

Table 7. Chemical components in flue-cured leaves

Treatment	Application Level (MT/ha)	Stalk Position	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Nicotine	T-Sugar
Control	0	Upper	16.3	4.5	18.5	11.9	6.4	25.0	193.6
		Middle	15.3	4.1	22.6	11.8	7.7	13.0	183.7
		Lower	11.8	3.1	19.8	12.6	8.9	7.5	216.5
Lime		Upper	15.9	4.3	19.1	16.8	4.7	21.5	194.3
		Middle	14.9	3.9	17.1	16.7	5.6	10.0	204.2
		Lower	12.3	3.7	19.3	24.8	7.9	5.6	17.97
Bituminous	20	Upper	15.0	3.4	21.7	18.4	7.4	18.6	200.8
		Middle	12.3	3.6	21.7	19.0	5.6	9.5	199.7
		Lower	10.6	3.2	17.8	22.1	7.7	5.2	199.4
	40	Upper	15.9	3.6	23.5	15.4	5.8	20.0	179.1
		Middle	12.7	4.1	21.3	17.5	7.1	10.4	177.7
		Lower	10.2	2.8	23.9	29.5	10.9	4.9	180.9
	60	Upper	16.6	5.7	18.3	14.7	6.3	20.2	180.0
		Middle	12.0	3.6	20.7	21.6	7.0	10.0	179.6
		Lower	10.7	3.1	17.7	34.9	7.5	5.2	177.6
Anthracite	20	Upper	14.4	5.4	19.6	8.3	4.0	21.3	202.4
		Middle	13.2	4.0	24.6	11.5	6.5	11.2	195.8
		Lower	11.6	3.4	27.2	12.4	6.4	6.7	198.9
	40	Upper	14.0	4.8	18.1	9.0	4.5	20.9	198.0
		Middle	11.7	3.5	22.6	14.6	7.0	10.9	203.0
		Lower	10.8	3.3	23.8	21.7	8.1	5.2	192.8
	60	Upper	14.5	5.4	18.2	12.6	5.1	21.3	192.8
		Middle	11.4	3.6	22.8	18.4	8.4	9.7	218.3
		Lower	9.9	3.0	22.3	25.2	9.9	6.0	207.8

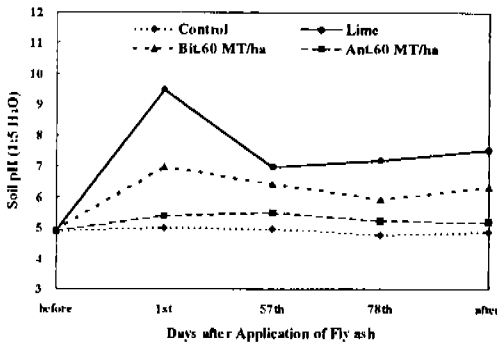


Fig. 3. Changes of soil pH during the experimental period

경우보다 작물 생육에 영향을 주지않는 pH 범위내에서 토양의 산도를 교정 할 수 있다고 생각된다.

연초의 생장이 가장 왕성한 생육 중반기의 토양 화학성 변화는 표 8과 같다. 토양중 유기물 함량은 무처리 및 석회 시용구에 비하여 석탄회를 시용할 수록 크게 증가되었고 그 정도는 무연탄회가 유연탄회 보다 크게 나타났다. 이는 석탄회의 불완전 연소에 기인된 탄소의 함유량 때문인 것으로 생각된다. 또한 유연탄회 시용구는 무연탄회에 비하여 토양중 유효인산, 치환성 석회 및 고토함량의 증가 폭을 크게 하였으며 석탄회의 시용수준이 높을 수록 증가되는 경향이였다. 또한 산도교정을 위해 시용된 석회 시용구의 유효인산 함량은 석탄회 시용구보다 낮았지만 무처리보다는 높았으며, 이는 산

석탄회 시용이 연초의 수량 및 품질에 미치는 영향

Table 8. Chemical properties in soils at the 57th day after application of fly ash

Treatment	Application Level (MT/ha)	pH (1:5)	Organic Matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable Cations				CEC
					K	Ca	Mg	H	
Control	0	4.97	8.5	348.3	1.90	1.87	0.80	4.69	8.7
Lime		6.97	8.3	415.0	1.54	13.23	0.83	1.02	16.7
Bituminous	20	5.63	10.3	537.7	2.77	4.53	1.00	4.25	11.0
	40	5.90	13.3	565.3	2.25	5.73	1.13	3.59	11.1
	60	6.43	14.7	603.7	1.47	9.70	1.23	3.52	13.8
Anthracite	20	5.00	10.7	443.7	1.61	2.13	0.80	4.39	8.9
	40	5.37	16.7	527.3	2.30	3.17	0.90	3.89	9.6
	60	5.50	22.0	557.7	2.03	3.93	1.07	3.96	10.3

도교정에 따른 인산의 유효도 증가에 기인된 것으로 생각된다.

앞담배 수확을 완료한후 토양의 화학성 변화는 표 9와 같다. 토양 pH는 무처리구가 4.81인데 비하여 석회시용구가 7.53으로 가장 높았고, 석탄회 시용구중에서는 유연탄회 60 MT/ha에서 6.33으로 가장 높았다. 반면에 무연탄회 시용구는 무처리와 비슷한 pH를 보여 유연탄회 만큼 산도교정 효과가 인정되지 못하였다. 그리고 유기물, 유효인산, 치환성 석회 및 고토 함량은 생육 중반기의 토양 화학

성 변화와 같은 경향으로 석탄회 시용구가 무처리에 비하여 높았고 무연탄회보다는 유연탄회에서 현저 하였다.

연초 재배기간동안 석탄회 시용에 따른 토양 화학성 변화의 결과로부터 석탄회 시용은 재료중에 포함된 성분량 및 토양 산도 교정에 따라 토양중 양분들의 유효도를 크게 증가 시킨 것으로 확인 되었다. 따라서 연초의 생장량 및 수량은 석탄회 시용에 의해 유의성있는 증가를 나타낸 것으로 판단되었다.

Table 9. Change of chemical properties in soil after harvest of tobacco (August 18)

Treatment	Application Level (MT/ha)	pH (1:5)	Organic Matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable Cations				CEC
					K	Ca	Mg	H	
Control	0	4.81	10.7	364.0	1.21	1.27	0.43	4.84	5.5
Lime		7.53	11.3	301.7	0.86	9.40	0.50	0.00	10.8
Bituminous	20	5.10	12.7	378.3	1.08	3.00	0.57	3.15	6.9
	40	6.00	16.3	408.7	0.99	4.47	0.63	3.43	7.4
	60	6.33	18.0	417.7	1.28	5.00	0.80	3.45	7.9
Anthracite	20	4.82	15.0	337.0	1.00	1.57	0.43	4.18	5.4
	40	4.87	18.3	341.7	1.05	1.93	0.53	3.96	5.7
	60	4.90	20.3	359.0	1.10	2.23	0.63	4.47	6.3

결 론

토양 비옥도가 비교적 낮은 사양토에서 연초의 수량 및 품질에 미치는 석탄회 사용효과를 0, 20, 40, 60MT/ha의 4개수준으로 검토 하였다.

생육 중반기 및 적실기의 건물중은 무처리에 비하여 석탄회 사용으로 증가되어 무연탄회와 유연탄회 각각 40MT/ha 수준에서 가장 높았으며 무연탄회보다 유연탄회에서 사용효과가 컸다. 수량은 건물중에서 가장 양호했던 무연탄회와 유연탄회 각각 40MT/ha 수준에서 가장 높아 무처리구보다 17.7% 및 17.1% 씩 유의성 있게 증수 되었다. 석탄회 사용은 잎담배 품질평가에서 상위등급의 분포비율이 높아 품질이 향상 되었다. 잎담배 품질 지수는 무처리에 비하여 유연탄회 40MT/ha 수준이 24.6% 증가되어 가장 양호 하였고 무연탄회는 60 MT/ha 수준에서 13.4% 증가되어 무연탄회보다 유연탄회의 사용효과가 컸다. 잎담배 수량 및 품질을 고려한 수익성은 유연탄회 40 MT/ha 수준에서 가장 높았다. 석탄회의 적정사용량을 평가하기 위한 수량과의 회귀분석에서 유연탄회는 38.0 MT/10a, 무연탄회는 49.2 MT/10a에서 최대 수량의 사용수준으로 평가 되었고, 품질과의 회귀분석은 유연탄회가 46.4 MT/10a, 무연탄회는 50.4 MT/10a에서 최대 품질을 위한 사용수준으로 평가 되었다. 석탄회의 사용은 무처리에 비하여 연초 생육중에 인산, 석회, 및 고토 함량을 증가 시켰으나 수확엽 중의 내용성분에서는 Nicotine 함량이 다소 낮았을 뿐 다른 성분들은 무처리와 비슷한 함량을 보였다. 석탄회 사용은 연초 생육기간동안 토양 pH, 유효인산, 유기물, 치환성 석회 및 고토 함량을 증가 시켰으며 증가효과는 무연탄회 보다 유연탄회에서 더 컸다. 석탄회 사용은 재료중에 포함된 성분량과 토양 산도교정에 의한 토양중 양분 유효도 증대에 기인되어 연초의 생장량 및 수량을 유의성 있게 증가시킨 것으로 판단되었다. 석회 사용은 토양의 산도교정은 현저 하였으나 연초의 생장량과 수량 및 품질은 무처리와 비슷 하였다.

참 고 문 헌

김복영, 임선옥, 박종현(1994a) 석탄회 사용이 토양

중 중금속 함량에 미치는 영향 I. 사용량에 따른 함량변화. 한토비지 27(2) : 65-71.

김복영, 임선옥, 박종현(1994b) 석탄회 사용이 토양 중 중금속 함량에 미치는 영향 II. 연용에 따른 함량변화. 한토비지 27(2) : 72-77.

김복영, 임선옥, 박종현(1994c) 석탄회 사용이 토양 중 중금속 함량에 미치는 영향 III. 쌀과 콩중의 중금속 함량변화. 한토비지 27(3) : 220-225.

김복영, 이종식, 소규호, 조재규, 박종현(1995) 석탄회 사용이 토양중 중금속 함량에 미치는 영향 IV. 토양 침투수중 중금속 함량변화. 한토비지 28(2) : 130-134.

김정제, 양재의, 조병옥, 최병선, 박종현(1992) 석탄회(Fly Ash) 사용이 옥수수의 생육 및 수량에 미치는 영향. 한토비지 25(3) : 249-254.

김재정, 홍순달, 최병선, 박종현(1992) 석탄회의 사용이 콩의 생육에 미치는 영향. 한토비지 25(2): 143-148.

김재정(1995) 토양중 석탄회 사용이 수수의 생육에 미치는 영향. 한토비지 28(4) : 334-339

김용웅, 윤종희, 김광식(1994) Fly Ash 사용이 수도의 수량과 논 토양의 유효규산 함량에 미치는 영향. 한토비지 27(4) : 275-283.

농촌진흥청(1989) 농토배양 10개년사업 종합보고서. 농업연구총서 18 : 84

농업기술연구소(1988) 토양화학분석법

신제성, 임동규, 성기석(1987) Fly Ash 비료화 연구 I. Fly Ash의 광물학적 특성. 한토비지 20(4): 309-314.

신제성, 임동규, 성기석(1990) Fly Ash 비료화 연구 II. 대두에 대한 Fly Ash의 가리효과. 한토비지 23(3) : 204-207.

신제성, 임동규, 성기석(1993) Fly Ash 비료화 연구 III. Fly Ash의 붕소 독성. 한토비지 26(4) : 299-303.

신제성, 성기석, 최두희(1994). Fly Ash 비료화 연구 IV. Fly Ash를 이용한 지효성 가리 비료 개발. 한토비지 27(1) : 10-14.

육창수 외 5인(1994) 토양 개량재로서의 석탄회 이용 연구. 한국전력공사 기술연구원. 단행본. 3-402.

임선옥 외 7인(1990) 석탄회의 농업적 활용 기초연

- 구. 한국전력공사 기술연구원. pp. 21-190.
- 환경부(1996) 토양환경보전법령 : 38
- Aitken R. L. and L. C. Bell(1985) Plant uptake and phytotoxicity of boron in Australian fly ashes. *Plant and Soil* 84(2) : 245-256.
- Hollis J., F. R. Keren, and M. Gal(1988) Boron release and sorption by fly ash as affected by pH and particle size. *J. Environmental Quality* 17(1) : 181-184.
- Plank C. O. and D. C. WArrens(1974) Boron availability as influenced by application of fly ash soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 38:974-977.