

황색종 담배의 생산성에 관여하는 토양특성

제 I 보 황색종 담배 주산지 토양특성에 관한 조사·연구

김용연 · 이윤환 · 정훈채

한국인삼연초연구소 경작시험장

Study of Soil Characteristics on Productivity of Flue-cured Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) I. Morphological and Chemical Characteristics of Soils in Major Districts Cultivating Cultivating Flue-cured Tobacco Plant

Kim, Yong Yun. Lee, Yun Hwan. Jeong, Hun Chae.

Suweon Experimental Station, Korea Ginseng & Tobacco Research
Institute, Suweon, Korea
(Received Mar, 27. 1987)

ABSTRACT

This survey was been conducted to classify the distribution of morphological and chemical characteristics of soils in the major districts cultivating flue-cured tobacco plant.

The results obtained are summarized as follows;

1. Tobacco was mainly grown in local valley, 7-15% slopes, loam and sandyloam containing gravels, and productivity classes of soil were corresponded to 3-4 degree for upland crops.
2. Most soils were acidic (below pH 5.5) and contained low organic matters. (below 2%)
3. Dominant soil series were SANGJU, JIGOG, SEOCTO, SAMGAG, ANRYONG, SUAM, and YESAN.

서 론

토양은 기상조건과 더불어 작물생육에 큰 영향을 미치는 환경요인으로서 식물체의 지지와 수분 및 양분의 공급기로서 매우 중요한 역할을 하고 있음은 주지의 사실이다.

우리나라 농경지는 미곡중심으로 이용되기 때문에 수원이 가능한 지역이면 지형이나 표고에 관여치 않고 밭으로 전환되어져서 밭으로 이용되는 경작지는 물의 공급이 불가능한 가파른 경사지에 위치하여 물리화학적인 특성이 매우 다양하고 가경지로서 적합하지 못한 밭 면적이 상당한 분포를 차지하고 있다. 그러므로 대부분 토양에서는 인위적으로 양분을 공급해야만 목표하는 수량을 기대할 수 있으며, 정상적인 생육은 작물과 경작지 토양의 특성을 감안한 적절한 양분 공급이 이루어져야 기대할 수 있는 것이다.

토양비옥도 측면에서 작물의 생산성은 토양의 형태적, 물리화학적 특성들과 또한 이들 특성들 상호간의 작용에 위해서 다르게 표현되어 있는데 특히 연초작물처럼 잎담배 품질과 수량이 고려되어야만 하는 특수성을 가진 수엽작물인 경우에는 더욱 그러하다. 시험장이나 연구소, 학교 등이 위치한 지역이나 기타 정해진 지역의 한정된 토양에서의 시험결과만으로 특성이 다양한 전체 경작지 토양의 생산성지표로 삼기에는 많은 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해소하고자하여 토양의 특성, 특히 토양화학적 특성과 수량과의 관계를 정립하여 이를 토대로 간접적인 지력평가방법에 대한 연구^{4,5,6,7,8,9,10,11}가 계속되고 있다. 본 연구는 황색종 담배의 생산성에 관여하는 토양의 제특성을 구명하고, 아울러 연초생산성을 예측하여 비옥도를 구분하고자 수행되어 일차적으로 황색종 담배 주산지에 분포되어 있는 토양종류와 형태적, 물리화학적 특성 등이 밝혀져 이를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

농촌진흥청 농업기술연구소에서 발간된 정밀 토양도를 이용하여 제천, 충주, 음성, 괴산, 진천, 증평, 청주, 미원, 보은, 예천, 안동 등 11개 엽연초 생산조합 관내의 황색종 담배 주산지인 단양군, 제천군, 충주시·증원군, 괴산군, 진천군, 청주시·청원군, 보은군, 예천군, 안동시·안동군 등 9개 지역을 선정했다.

조사는 각 조합 관할 지역의 해당시군 정밀 토양도¹²⁾를 주재연초경작 지도사들에게 배부하여 토양도의 판독법 등을 주지시켜 그들로 하여금 식부된 경작지를 현지 지형과 대조하여 정밀 토양도 위에 표정하게 하여 토양의 종류별 부호와 면적을 기입하도록 협조를 받아서 조합별 동일 토양을 분류하여 면적을 계산하고 분류에 의한 토양 종류별 특성을 찾아 그 분포를 정리하였다.

결과 및 고찰

1. 형태적 특성

황색종 담배 주산지는 충북, 충남일부, 경북 등의 중산간지 또는 산간지에 형성되어 있으며 담배 주산지의 지역과 각 지역에 분포되어 있는 토양의 종류는 표 1과 같다. 담배경작지 토양은 주로 곡간지, 산록경사지에 분포하고 있으나 일부지역에서는 구릉지 및 산악지에도 많이 분포되어 있다. 곡간지에 분포하고 있는 경작지는 산악지가 적고 저구릉지가 많은 음성(68.3%), 증평(60.9%), 진천(59.6%) 조합 관내에서 분포율이 높았고, 한편 구릉·산악지에서의 경작지 분포율이 높은 지역은 구릉지와 산악지가 많은 풍천(40.2%), 안동(37.6%), 청주(36.3%) 조합 관내이었으며 산록경사지에 분포비율이 높았던 지역은 산악지면적이 많은 미원(43.8%), 안동(41.6%), 충주(38.6%) 조합 관내이었다. (표 2). 홍적대지에 위치한 경작지 분포율은 각 지역 모두 3%미만 이었고,

Table 1. Major soil series of main districts cultivating flue-cured tobacco.

Symbol	Association	District	Area (ha)	Major Series
A	JECHEON	DANYANG, JECHEON GUN	1,176	ANMI, PYONGAN, JIGOG, ANRYONG, OCGGE, PYONGCHANG, MAJI
B	CHUNGJU	JUNGWOEN GUN	835	SANGJU, ANRYONG, SUAM, SEOGTO, OSAN, JIGOG
C	EUMSUNG	EUMSUNG, GOESAN GUN	821	SANJU, JIGOG, YESAN, OSAN, NOEGOG
D	GOESAN	GOESAN GUN	947	HEUGSEOG, JIGOG, ANRYONG, SANGJU, HAGGOG, SAMGAG, UGOG, SUAM
E	JINCHEON	JINCHEON, EUMSUNG GUN	1,235	SANJU, YESAN, SEOGTO, SEONSAN, ANRYONG, DAEGOG, JIGOG, JINCHEON
F	JEUNGPYONG	JINCHEON, GOESAN, CHEONGWON GUN	677	SANGJU, YESAN, JIGOG, SAMGAG, ANRYONG
G	CHEONGJU	CHEONGWON GUN	702	SAMGAG, SANGJU, SUAM, YESAN, OSAN
H	MIWON	CHEONGWON, GOESAN GUN	622	SUAM, JIGOG, HEUGSEOG, OESAN, PUNCHEON, OSAN
I	BOEUNG	BOEUNG GUN	848	JECHEON, JIGOG, SEOGTO, SANGJU, DAESAN, YESAN, BANGOG, PUNCHEON, SAMGAG, ANRYONG
J	YECHEON	YECHEON GUN	880	SAMGAG, SEOGTO, SANGJU, OESAN
K	ANDONG	ANDONG GUN	1,403	SANGJU, SEOGTO, ISAN, PUNCHEON, CHEONSIM, HABIN, POGOG, IWOEN, IMDONG

Table 2. Area distribution of soil topographies in main districts cultivating flue-cured tobacco.

Association Symbol ¹⁾ Region	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Hilly & Mt. ²⁾	9.8	8.4	21.0	9.7	18.3	20.6	36.3	17.4	14.8	40.2	37.6
Mt. foot ³⁾	34.6	38.6	5.7	30.2	13.9	12.3	12.5	43.8	35.3	33.8	41.6
D. Terrace ⁴⁾	0.9	1.6	0.2	0.6	2.3	3.1	0.3	—	0.7	0.3	0.3
Local ⁵⁾	50.8	49.0	68.3	52.6	59.6	60.9	48.0	38.2	45.0	23.3	18.5
Plain ⁶⁾	3.9	2.4	4.8	6.9	5.9	3.1	2.9	1.5	4.2	2.4	2.0

- 1) Association symbols are same as those in Table 1
- 2) Hilly & Mt. : Hilly & Mountain
- 3) Mt. foot : Mountain foot slopes
- 4) D. Terrace : Dillivial terrace
- 5) Local : Local valley
- 6) Plain : Plain & fan

황색종 담배 주산지인 위치산 지역이 중산간지 내지 산간지이므로 평탄지인 하성층적지 및 선상지의 분포는 그리 크지 않을 뿐만 아니라 연초 재배면적도 많지 않았다.

각 지역 경사율별 경작지 분포를 보면 0~2% 경사인 평탄지는 대부분 지역에서 5%이하의 적은 경작지면적분포율을 보여 연초 재배지로 거의 이용되지 않고 있음을 나타내 주고 있다.(표 3). 2~7% 경사에서는 곡간지 분포가 컸던 음성, 증평, 진천조합 등의 관내에서 40% 이상 분포되어 있어 산록경사지와 구릉지가 많은 충주, 괴산, 청주조합 관내에서 25~30%정도, 미원, 보은조합 관내에서 25%내외, 예천과 안동조합 관내에서 20%미만이 분포하고 있어 음성, 증평, 진천조합 이외의 대부분 조합관내는 비교적 높은 경사율의 경사지에 위치한 경작지가 많음을 알 수 있다. 특히 산악지, 산록경사지, 구릉지가 많은 제천, 충주, 음성, 괴산, 미원, 보은조합 등의 관내에서 7~15% 경사

에 분포된 면적은 40~45%로 대부분이 이 경사율 범위에 분포하고 있음을 알 수 있다. 유거수에 의한 표토 및 양분의 유실과 한발의 해를 입기 쉬운 15~30% 경사지에 분포된 면적은 음성, 괴산, 증평, 미원, 보은조합 관내에서 15%미만의 분포율을 보이거나 제천, 예천, 안동조합 관내는 25~30%까지 높은 분포율을 나타내고 있어 초지재배지로서 추천되어지는 경사지에도 연초가 많이 재배되고 있는 실정이다.

2. 물리적 특성

황색종 담배 주산지 토양의 토성은 주로 양토와 사양토가 대부분으로 많은 지역에 분포되어 있으나 잔자갈, 자갈, 돌, 둥근바위 등 석락이 많이 섞여 있는 토양이 많았고 전체 조사 지역의 절반 이상의 지역에서 석락을 함유한 분포비율이 컸다.(표 4). 석락을 함유한 경우를 포함시킨 미사질 양토는 천매암에서 유래된 토양들이 많이 분포하고 있는 보은조합 관내

Table 3. Area distribution of land slopes in main districts cultivating flue-cured tobacco

Slope (%)	Association Symbol										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
0 - 2	3.1	2.8	4.2	7.0	4.9	3.2	2.6	3.3	4.2	3.8	1.7
2 - 7	27.7	26.1	41.1	33.9	50.2	42.3	27.0	24.6	23.7	17.9	15.8
7 - 15	43.9	51.5	39.9	46.8	33.1	37.3	34.3	45.6	56.5	21.2	27.3
15 - 30	25.3	19.6	9.9	12.3	11.6	14.0	18.7	15.9	15.6	32.3	26.4
30 - 60	-	-	4.9	-	0.2	3.2	17.4	10.6	-	24.8	28.8

1) Association symbols are same as those in Table 1

Table 4. Area distribution of soil texture classes in main districts cultivating flue-cured tobacco.

Soil Texture	Association Symbol ¹⁾										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Silty Loam	10.0	1.8	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-
Silty Loam(gravel)	11.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Silty Clayey Loam	0.6	-	0.1	-	2.2	1.6	0.2	0.1	0.2	1.1	-
Silty Loam	15.4	3.2	0.2	4.6	1.0	2.1	0.4	6.9	8.7	-	0.4
Silty Loam(gravel)	11.9	-	-	2.9	-	-	-	-	23.4	-	9.0
Loam	24.5	25.2	30.4	12.8	31.8	21.2	15.1	4.6	21.3	15.6	8.8
Loam(gravel)	18.0	33.0	5.4	18.2	15.2	11.1	12.4	37.2	12.1	25.1	25.5
Fine Sandy Loam	2.4	1.7	1.9	1.9	0.7	1.5	0.2	0.6	0.7	0.3	-
Sandy Loam	10.6	9.4	30.1	18.3	38.1	34.2	34.1	9.4	20.7	31.2	27.8
Sandy Loam(gravel)	16.6	27.5	31.9	25.6	11.0	28.3	37.2	41.2	12.9	25.6	22.3
Silt	-	-	-	15.7	-	-	0.2	-	-	0.1	-
Sand	-	-	-	0.04	-	-	0.2	-	-	0.1	-
Sand(gravel)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	6.2

1) Association symbols are same as those in Table 1.

에서 32%, 피산군지역인 피산, 미원조합 관내에서 7~8% 분포율을 보였으며, 석회암에서 유래된 토양들의 분포가 큰 제천조합 관내에서도 27.3%의 분포율을 보였으나 나머지 대부분 조합관내에서는 미미한 면적 분포율을 보였다. 토양에서도 자갈을 함유한 경우를 포함시켜서 분포면적을 비교해 보면 충주가 58%, 진천, 미원, 제천조합 관내가 40~50%정도이고, 30~40% 분포율을 보인 지역은 음성, 피산, 증평, 청주, 보은, 예천, 안동조합으로 대부분 지역이 이 분포율에 포함되었다. 자갈이 섞여 있는 양토는 음성조합 관내가 가장 적고(5%), 충주, 미원조합 관내는 많은 편이며 其他 地域에서는 10~20%의 程度에 머물렀다. 사양토의 분포도 양토와 비슷한 분포비율이었으나 화강암을 모재로 한 토양 분포가 큰 음성, 증평, 청주조합 관내는 60%이상이었고, 예천조합 관내에서 56%, 피산, 진천, 미원, 안동조합 관내에서 많았고, 기타 지역에서는 10~30% 정도의 분포율을 보였다. 사양토와 양토에서 자갈이 섞여있는 면적을 합산해 보면 미원조합 관내 경우는 70% 이상의 면적이 자갈을 함유한 경작지이며 충주조합 관내가 60%, 예천, 안동, 청주, 보은, 피산조합 관내에서 40~50%정도, 기타 조합 관내에서는 대부분 30~40%이나 진천조합 관내가 25% 정도로 가장 낮은 분포율을 보여 이 지역의 연초경작지는 자갈을 함유하지 않은 토양이 많음을 알 수 있었다. 한편 사토는 거의 분포하지 않았다.

전체적으로 황색종 담배 주산지 토양은 토성이 양토와 사양토로 연초경작에 바람직한 토성이었으나, 자갈이 섞여있는 면적분포가 커서 경운작업 등 기계화영농에 적합하지 못할 것으로 생각되며, 또한 대부분이 경사지 토양으로 연초를 재배할 때 가뭄의 피해와 유거에 의한 표토 및 양분유실에 대책이 요구되는 경작지이었다.

5. 화학적 특성

담배는 산성에 강한 작물로 토양산도에 크게

제한 받지 않으나 생육에 알맞는 산도는 pH5.5~6.5 사이¹⁾인데, pH4.5까지는 생육에 큰 장애를 주지 않지만 그 이하에서는 토양중의 양분의 유효도가 크게 달라지므로 생육에 미치는 영향은 크며¹⁴⁾, 반면에 알카리성인 경우에는 타작물에 비해서 생육 장애가 예민하게 나타난다¹⁾고 한다.

黃³⁾의 보고에 의하면 우리나라의 밭의 평균 토양산도는 pH5.5±0.9정도이나 조사된 대부분의 연초경작지 산도는 pH5.5이하에 분포하고 있음이 특징이다. 특히 화강암과 화강편마암에서 유래된 토양들이 많이 분포하고 있는 음성, 진천, 청주조합 등의 관내에서는 pH5.5이하의 강한 산성인 경작지가 80%이상이었으며, 증평조합 관내는 67%, 충주, 미원, 보은, 피산조합 등의 관내에서도 40~50%로 이들 지역에서도 산성인 경작지가 대부분임을 알 수 있었다. pH5.5~6.5인 약한 산성인 경작지는 안동, 미원, 보은조합 등의 관내에서 50~60% 분포하여 큰 비율을 나타냈고, 기타지역은 15~30% 정도이었다. 강한 산성범위에 분포가 크게 치우쳐 있는 음성, 청주조합 등의 관내에서는 약한 산성의 분포면적이 적었다. 중성내지 알카리성인 pH6.5이상인 지역은 매우 극미한 분포를 보이지만 제천조합 관내에서는 석회암을 모재로 한 토양의 분포가 많아 약 30%를 차지하고 있다. 이 지역에서는 오히려 알카리성 장애가 예상되는 토양도 있으므로 토양산도에 대한 관심이 요구되기도 한다.(표 5)

전반적으로 황색종 담배 주산지의 토양산도는 pH5.5미만이 대부분이므로 이러한 토양은 약간의 산도 교정이 필요하다고 사료된다.

유기물은 경작지의 자연비옥도를 대표하는 요인^{2,8,9)} 중의 하나로 널리 알려져 있다. 유기물 함량이 낮은 경작지가 많은 지역은 충주, 음성, 진천, 증평, 미원조합 등의 관내로 30~60%의 면적이 1%미만이었고, 대부분 지연의 경작지가 2% 미만의 함량을 보였다.(표 6) 그리고 제천, 안동조합 관내에서는 1~3% 사이에 집중적으로 분포하고 있으며 피산, 보은조합 관

Table 5. Area distribution of soil acidity (pH) in main districts cultivating flue-cured tobacco

pH	Association symbol ¹⁾	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		5.5 >	38.0	51.5	82.9	40.9	79.4	67.8	83.4	50.8	50.0	30.4
5.5 - 6.5		33.8	41.4	17.1	55.4	20.4	30.6	16.4	49.1	48.1	69.1	
6.5 <		28.2	7.1	-	3.7	0.2	1.6	0.2	0.1	1.9	0.5	

1) Association symbols are same as those in Table 1.

Table 6. Area distribution of soil organic matter contents in main districts cultivating flue-cured tobacco

O.M. (%)	Association Symbol ¹⁾	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
		0 - 1	9.5	46.4	58.2	14.1	40.7	40.0	42.9	28.4	28.7
1 - 2		46.1	33.7	18.9	46.3	36.4	43.6	31.3	40.8	15.6	55.4
2 - 3		37.9	14.6	21.2	13.5	10.1	14.9	24.4	16.2	12.5	28.8
3 <		6.5	5.3	1.7	26.1	12.8	1.5	1.4	14.6	43.2	10.7

1) Association symbols are same as those in Table 1.

내에서는 3% 이상인 면적이 26%, 44%로 타지역에 비해 유기물 함량이 높은 밭이 많았다. 申과 愼¹⁶⁾의 보고에 의하면 우리나라 밭토양의 유기물 평균함량은 1.73%로서 매우 낮은 편인데 황색종 담배 주산지 토양에서도 표 6에서와 같이 2%미만의 함량을 보인 경작지가 대부분 차지하고 있어 같은 경향을 보이고 있다.

4. 토지이용 적성 등급

보다 합리적이고 경제적인 토지이용율을 높이기 위해 농촌진흥청 농업기술연구소에서는 토지이용적성 등급을 설정하여 정밀토양조사를

통하여 경작목적에 따라 토지의 적부 및 우열, 관리의 난이도에 따라 1급지에서 5급지까지 5등급으로 우리나라 전경작지토양을 구분하였다. 표 7은 앞에서 언급한 등급기준에 따라 조사된 연초 주산지의 밭 토양등급이다. 밭으로서 생산력이 높고 발작물재배 및 토양관리에 제한을 거의 받지않은 1급지에 해당하는 경작지의 분포는 대부분 지역에서 1%미만이고, 1% 이상인 지역은 4개지역 뿐으로 매우 미미한 분포를 보이고 있으며, 이 토양은 연초 경작지로서 이용율이 매우 낮다. 전체적인 경작지의 토지이용적성 등급별 분포면적은 3~4급지가 가

Table 7. Area distribution of suitability classes for upland in main districts cultivating flue-cured tobacco.

Association Symbol ¹⁾ Class	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	1	2.4	0.6	0.6	1.4	0.6	1.2	0.2	0.4	0.3	0.7
2	24.2	20.2	29.0	20.3	26.0	35.7	14.1	16.1	17.9	17.7	12.7
3	43.9	48.5	45.4	53.6	35.5	39.3	33.8	41.2	55.7	16.8	21.5
4	27.6	29.3	16.7	21.5	19.1	16.1	26.2	24.6	24.9	13.5	14.4
5	1.9	1.4	8.3	3.2	18.8	7.7	25.7	17.7	1.2	51.3	51.0

1) Association symbols are same as those in Table 1.

Table 8. Area distribution of major soil series in main districts cultivating flue-cured tobacco

Soil Series Item	SANGJU	JIGOG	SEOGTO	SAMGAG	ANRYONG	SUAM	YESAN	TOTAL	Surveyed Total Area
Area (ha)	1,026	581	517	507	347	317	295	3,590	10,146
Ratio(%)	10.1	5.7	5.1	5.0	3.5	3.1	2.9	35.4	100

장 많고 중산간지라 할 수 있는 음성, 진천, 증평 등의 조합관내 지역을 제외한 나머지 대부분 지역에서는 4급지가 많았다. 특히 예천, 안동지역은 밭 토양으로서는 최하급 적성등급인 5급지의 분포가 큰 것으로 미루어 보아 연초 재배는 경에 어려움이 큰 토양에서 주로 이루어지고 있음을 알 수 있다.

황색종 담배 주산지의 주요 토양분포는 화강암과 화강편마암에서 유래된 토양이 주종을 이루고 있으나 일부지역에서는 석회암에서 유래된 토양(단양, 제천군)과 천매암에서 유래된 토양(괴산, 보은군), 혈암에서 유래된 토양(안동군) 등이 함께 분포되어 있다.

담배 재배가 가장 많이 이루어지고 있는 토

양은 화강암에서 유래되어 꼭간경사지에 분포하고 있는 사양토인 상주통(SANGJU SERIES)으로 전체조사면적의 10.1%를 차지하고 있다. 이밖에 꼭간경사지에 분포하며 자갈이 있는 사양토인 지곡통, 산록경사지에 분포하며 자갈 함량이 많은 양토인 석토통과 사양토인 수암통, 산록경사지에 분포하며 봉적층적층을 모재로한 자갈이 있는 미사질 양토인 안룡통, 저구릉과 구릉지에 분포되어있는 화강암과 화강편마암을 모재로한 사양토인, 삼각통과 양토인 세산통 등에서도 담배 재배가 많이 이루어지고 있다.(표 8) 이들 토양은 우리나라 주요 밭 토양 20개통에 포함되는 토양통(Soil Series)들이었다.¹³⁾

결 론

황색종 담배의 주산지 토양의 특성을 조사, 검토한 결과 얻어진 바를 요약하면 다음과 같다.

1. 주산지 토양은 곡간지에 많이 분포되어 있었다.
2. 경사는 7~15%인 경작지가 가장 많았다.
3. 토성은 양토, 사양토가 주종을 이루고있으며, 자갈이 함유된 토양이 많았다.
4. 토지이용적성등급은 3~4급지가 대부분이었다.
5. 대표적인 담배경작지 토양통은 상주, 지곡, 석토, 삼각, 안릉, 수암, 예산통 등이었다.
6. 대부분 토양이 산도교정이 요구되는 pH 5.5이하이었으며, 유기물 함량은 2% 미만이었다.

참 고 문 헌

1. 허일, 배효원, 조성진, 郷文社, 신제 연초학: 151~154, 215~216 (1976).
2. Hong Ki-Chang, Do-Won Maeng, Kyuma Kajutake, Furukawa Hisao, and Yoon-Soo Suh KOREAN SOC. SOIL SCI. FERT. 12(1): 15~24 (1979).
3. 황경선, 한토비지 6(3): 153~158 (1973).
4. 河田干協, 秦野たばこ試報 69: 53~61 (1971).
5. 김용주, 이윤환, 정훈채, 윤병익, 한종구, 박수준, 김대송, 백기현, 김용연, 이태수, 한국인삼연초연구소, 연초토양비료연구5~99(1983).
6. 高田村俊明, 竹田康大, 葉たばこ研究 85: 21~30 (1981).
7. _____, 盛岡たばこ試報 18: 137~151 (1984).
8. 이일호, 육창수, 한강완, 남기열, 배효원, 한토비지 13(4): 141~147 (1980).
9. 이종철, 이일호, 한원식, 한토비지 17(4): 371~374 (1984).
10. 이윤환, 정훈채, 한국인삼연초연구소, 담배 연구보고서(경작 분야 환경편). (1980)
11. _____, _____, 박수준, 윤병익, 김용연, 홍순달, 한국인삼연초연구소, 비옥도별 시비법 개선연구 (1984, 1985)
12. 농업기술연구소, 정밀토양도: 예천군(1970) 안동시 및 안동군(1971), 청주시 및 청원군(1972), 천안시 및 천원군(1977), 영천군(1977), 청도군(1977), 진천군(1979) 음성군(1979), 충주시 및 증원군(1979), 제천군(1979), 단양군(1979), 피산군(1979) 보은군(1979), 성주군(1981) 편, (1970~1981).
13. _____, 한국토양총설, 토양조사자료 9. (1983).
14. Ryding, W. W. Tob. Sci. 22: 97~08 (1978)
15. 鮫島景義, 葉たばこ研究 85: 77~83 (1981).
16. 申天秀, 慎鏞華, 한토비지 17(1): 17~21 (1974).