

氏 名(本籍) き 喜 田 村 とし 俊 あき 明

学 位 の 種 類 農 学 博 士

学 位 記 番 号 農 第 311 号

学 位 授 与 年 月 日 昭 和 61 年 7 月 17 日

学 位 授 与 の 要 件 学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当

学 位 論 文 題 目 東 北 地 方 の バ ー レ ー 種 タ バ コ 栽 培 土 壤
の 特 性 と タ バ コ 生 育 , 品 質 と の 関 係 に
つ い て

論 文 審 査 委 員 (主 査)

教 授 庄 子 貞 雄 教 授 星 川 清 親

教 授 大 平 幸 次

論文内容要旨

I. 緒言

重要な香味料原料であるパーレー種タバコは、全栽培面積の49%を占める青森県東南部および岩手県中、北部の黒ボク土地域でしばしば多収となるが、原料用途上の問題から、その原因の解明が緊急の課題となった。一方、東北地方のタバコ産地には多種類の土壤が分布するが、土地利用適正からみた主産地化と産地区分を推進するためには、代表的土壤の基本的性質と肥沃度を明確にし、そこで生産される葉たばこの香喫味との関係を明らかにすることが必要とされた。

従来、我が国における畑土壤の肥沃度に関する研究は、水田土壤の場合と同様に、作土を中心に行われ、畑土壤下層土の肥沃度と作物の生産力との関係についてはほとんど究明されていない。

本研究は、黒ボク土におけるパーレー種タバコが多収化する原因の解明を端緒とし、代表的なパーレー種タバコ栽培土壤の基本的性質を明確にしなが、特に下層土の養水分供給能とタバコの生育・収量、窒素吸収および香喫味品質との関係を追究したものである。得られた結果は次の通りである。

II. パーレー種タバコ栽培土壤の基本的性質

パーレー種タバコ栽培土壤の60%を占める火山灰土は、粘土鉱物組成による分類で、アロフェン質黒ボク土と非アロフェン質黒ボク土とに大別され、パーレー種タバコが多収化しやすい土壤はアロフェン質黒ボク土であった。

主なパーレー種タバコ栽培土壤の断面形態、物理性、化学性および粘土鉱物組成は次の通りである。

アロフェン質黒ボク土は、作土から下層土に至るまで物理性が良好で有効土層が厚く、タバコの根群分布領域を深くしている。その主要粘土鉱物はアロフェン、イモゴライトであり、下層土の1/3パール含水比、有効水分量はタバコ栽培土壤中で最も高い。化学性については、腐植含量が高く、磷酸吸収係数が大きい、置換酸度 Y_1 による土壤反応は中性である。

非アロフェン質黒ボク土は、下層では強粘質(HC)で、仮比重、固相率が大きく、物理性が悪い。主要粘土鉱物は2:1型鉱物であるクロライトとAl-パーミキュライトであり、保水性はアロフェン質黒ボク土より小さい。置換酸度 Y_1 は著しく大きく、強酸性を示す。

古生層土壤(礫質褐色森林土)は、作土が浅く、下層に礫層が介在し、下層への根群伸張を阻害している。主要粘土鉱物はクロライトで、1/3パール含水比が低く、有効水分量も著しく少ない。腐植含量および磷酸吸収係数は非火山灰土では大きく、置換酸度 Y_1 は中性を示す。

表-1 東北地方のバーレー種タバコ栽培土壌の基本的性質

土壌名	層位	厚さ (cm)	土性	仮比重 (g/cc)	固相率 (%)	1/3bar 含水比 (%)	有効水 含水比 (%)	腐植 (%)	置換酸 度 Y ₁ (ml)	主要 粘土 鉱物
南郷 (Atr)	Ap	0-25	SCL	0.72	29.5	53.3	29.5	14.2	0.1	All.
	2A ₁₁	25-40	SCL	0.64	24.5	72.0	36.1	12.2	0.2	All.
	2A ₁₂	40-54	SCL	0.73	26.2	58.4	29.4	6.3	0.2	All.
	3A ₁₁	54-75	SC	0.61	26.5	96.1	47.9	11.9	0.3	Im.All.
	3A/C	75-91	SCL	0.55	20.4	105.4	69.4	5.0	0.2	All.Im.
西仙北 (Ar)	Ap	0-26	HC	0.59	23.0	53.9	28.0	14.0	13.2	Chl.A-V.
	2B ₁₁	26-44	HC	0.62	24.7	57.5	18.3	4.7	10.2	Chl.A-V.
	2B ₁₂	44-70	HC	0.84	31.2	53.1	17.1	1.5	15.2	Chl.A-V.
	2C	70 ~	HC	0.88	32.9	50.2	17.5	2.6	8.7	Chl.A-V.
大迫 (B-g)	Ap	0-15	SC	1.12	41.9	30.4	17.0	7.1	0.4	Chl.K.I.
	A ₁₂	15-30	LiC	1.02	35.0	32.9	14.4	6.2	0.7	Chl.K.I.
	A ₁₃	30-70	LiC	0.93	32.5	42.3	12.9	8.4	0.2	Chl.K.I.
	Bir	70 ~	SL	-	-	18.8	12.8	1.2	0.2	Chl.K.I.
玉山 (Y-mc)	Ap	0-15	SL	1.15	41.7	20.9	8.4	2.8	0.4	Illite
	A ₁₂	15-40	SL	0.82	25.3	38.8	19.1	2.5	0.2	Illite
	B	40-85	LS	1.23	44.2	14.0	4.7	0.6	0.2	Illite
西仙北 (ps-G)	Ap	0-32	HC	0.87	34.0	41.2	19.2	5.1	5.7	Smectite
	B	32-50	HC	0.98	39.1	46.8	16.4	1.8	73.0	Smectite
	B	50-63	HC	1.07	41.1	51.7	34.5	1.5	87.8	Smectite
	C	63-80	HC	-	-	-	-	1.1	87.6	Smectite

注) 粘土鉱物名 All.: アロフェン, Im.: イモゴライト, Chl.: クロライト, A-V.: Al-バーミキュライト, K.: カオリナイト, I.: イライト

表-2 火山灰土の非晶質成分

土壌名	層位	Acid oxalate可溶成分(%)			Pyro phosphate可溶成分(%)		Fe _p Al _p	
		Fe _o	Al _o	Si _o	Fe _p	Al _p	Fe _o	Al _o
南郷	Ap	0.56	1.77	0.55	0.31	0.78	0.61	0.44
	2A ₁₁	0.53	2.33	0.88	0.38	0.89	0.72	0.38
	2A ₁₂	0.44	2.11	1.04	0.18	0.49	0.41	0.23
	3A ₁₁	0.79	3.21	1.54	0.41	0.85	0.52	0.26
	3A/C	0.66	3.44	2.05	0.09	0.36	0.14	0.10
西仙北 刈和野	Ap	1.30	1.38	0.07	1.08	1.14	0.83	0.83
	2B ₁₁	1.25	1.51	0.21	1.20	1.19	0.96	0.79
	2B ₁₂	0.69	1.11	0.19	0.60	0.68	0.87	0.61
	2C	0.83	1.36	0.21	0.84	0.75	1.01	0.55

表-3 土壌水分保持量(x)と10a当たり無機態窒素集積量(y)との関係

層位	土壌水分保持量	相関係数	関係式
作土 (Ap層)	1/3bar水分量(mm)	0.367	
	15bar水分量(mm)	0.509	
	有効水分量(mm)	0.199	
	自然水分量(mm)	0.293	
	飽和水分量(mm)	0.360	
下層土	1/3bar水分量(mm)	0.840**	$y = 0.0243x - 0.861$
	15bar水分量(mm)	0.555	
	有効水分量(mm)	0.910***	$y = 0.0464x - 0.164$
	自然水分量(mm)	0.877***	$y = 0.0187x + 0.074$
	飽和水分量(mm)	0.767**	$y = 0.0177x - 1.276$

注) ***、**、* は、それぞれ0.1%、1%、5%水準で有意。

花崗岩質土壤（粗中粒黄色土）は、土性が作土でSL，下層土でSL～LSであるが、下層土の仮比重、固相率が高く、緻密である。主要粘土鉱物は非和水型のイライトであり、1/3パール含水比および有効水分量は最も低く、置換酸度 Y_1 は中性である。

第三紀層土壤（疑似グライ土）は、強粘質(HC)で、粘着性と可塑性が強い。下層土は、固相率、水分率が高くて空気率が低く、有効土層が浅い。主要粘土鉱物は膨張性のスメクタイトであり、保水性が高く、置換酸度 Y_1 は極強酸性を示す（表-1）。

土壤の非晶質成分をみると、酸性しゅう酸塩可溶アルミニウムおよびけい素はアロフェン質黒ボク土で特異的に高く、ピロ燐酸塩可溶アルミニウムおよび鉄は非アロフェン質黒ボク土で高いことが認められ、後者の土壤では遊離のアルミニウムおよび鉄の大半が腐植と複合体を形成していることを示している（表-2）。

下層土における無機態窒素集積量は、土壤有効水分容量および自然水分容量と0.1%水準で有意な正の相関があり、無機態窒素は保水性の大きい土壤に集積しやすいことが認められた（表-3）。

以上のように、パーレー種タバコ栽培土壤の物理性、保水性、土壤酸性および無機態窒素集積量は、土壤の粒形組成や腐植含量のほかに粘土鉱物組成によって著しく異なった。

III. 下層土の窒素供給能とタバコの生育・収量、窒素吸収

1) 黒ボク土多収畑における土壌断面の理化学性を標準収量畑のそれと比較すると、多収畑では特に下層土の物理性が良好で、保水性が高く、しかも20~80cmの下層土に硝酸態窒素を主体とする多量の無機態窒素（平均値で12.3kg/10a）の集積が認められた（図-1）。また、葉たばこの収量は下層土における無機態窒素集積量と高い正の相関が認められた（図-2）。

2) アロフェン質黒ボク土の下層土における無機態窒素の多量集積は、厩肥の多量連用や前作に対して多肥栽培を行った場合に認められ（図-3）、それぞれタバコの生育後期の窒素吸収と乾物収量を著しく増加させた。

3) 地力窒素供給能の異なる土壌で重窒素を利用して、タバコの由来別窒素吸収経過を追究したところ、いずれの土壌でも施肥由来窒素の吸収は開花期までにほとんど終わり、生育後期の窒素吸収は地力窒素に著しく影響された。なお、作土の培養態窒素生成量の高い古生層土壌における土壌由来の窒素吸収は生育後期も適度に持続したが、地力窒素供給能の低い淡色黒ボク土におけるそれは著しく減少した（図-4, 5）。

4) 生育後期における下層集積窒素のタバコによる利用率を重窒素を用いてアロフェン質黒ボク土で調査した結果、パーレー種タバコは下層土からも多量の窒素を吸収することが認められた（図-6）。

5) タバコ栽培期間中の施肥由来と土壌由来窒素の動態ならびにタバコによる由来別窒素吸収経過を、アロフェン質黒ボク土で重窒素を用いて追究した結果、施肥由来の土壌無機態窒素含量は生育時期が進むにつれて急速に減少するが、施肥畦から下層への施肥窒素の移動は認められなかった。層位別の土壌由来無機態窒素含量は、開花期から最終収穫期にかけて90cm前後の深さまで減少し、下層土における減少割合は55-60%にも達した。この下層集積窒素はタバコの生育後期における重要な窒素供給源であり、成熟期にタバコが吸収した窒素の50-70%を占めるものと推定された（図-7, 8, 表-4）。

6) 重回帰分析の結果、タバコ葉の乾物収量には、施肥窒素吸収量よりも地力窒素吸収量が強く関わっている。

タバコの土壌由来窒素吸収量（ Y_1 ）は、作付前における20cm以下の根群分布土層における無機態窒素集積量（ X_2 ）および作土における培養態窒素生成量（ X_3 ）との間に次式で示される重回帰方程式が成立し、土壌由来窒素吸収量におよぼす影響の強さは、20cm以下の根群分布土層中の無機態窒素集積量が作土の培養態窒素生成量に比べて2.24倍大きい。

$$Y_1 = 1.113 X_2 + 0.486 X_3 - 1.329$$

$$R = 0.976, \quad R^2 = 0.952$$

$$\text{標準偏回帰係数 } X_2 : 1.116, \quad X_3 : 0.499$$

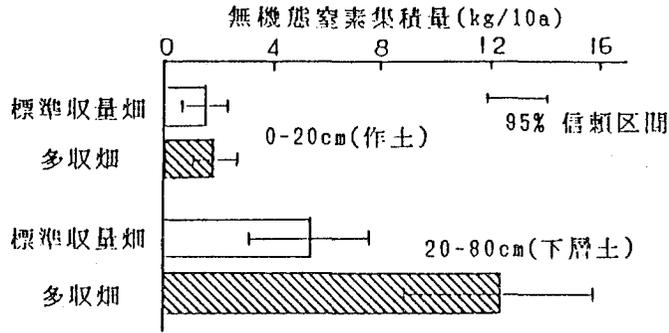


図-1 収量を異にする火山灰土壌畑における無機態窒素集積量

注) 標準収量畑：290kg/10a以下
多収畑：300kg/10a以上

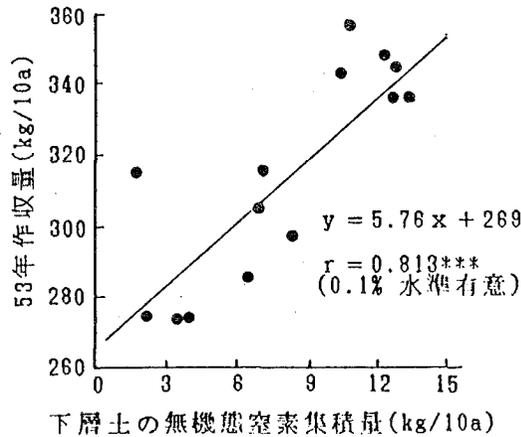


図-2 下層土の無機態窒素集積量と収量との関係

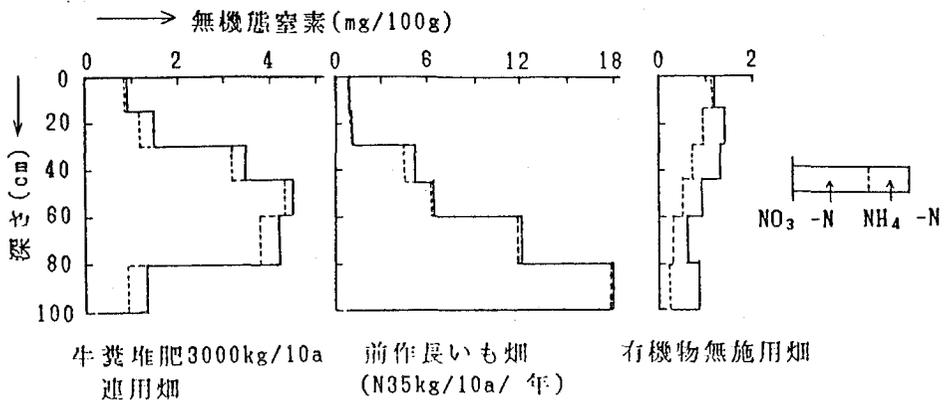


図-3 タバコ作付前における土壌無機態窒素の垂直分布

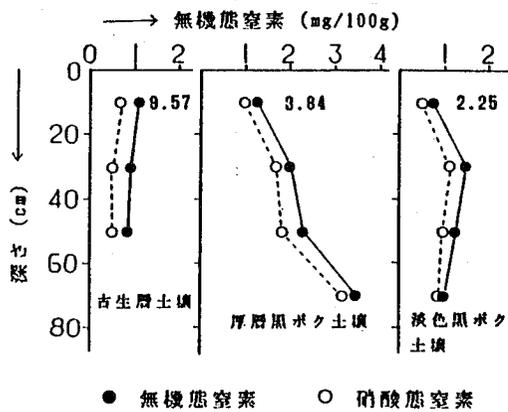


図-4 施肥前の土壌無機態窒素含量
 注) 図中の数値は培養態窒素生成量(mg/100g)を示す。

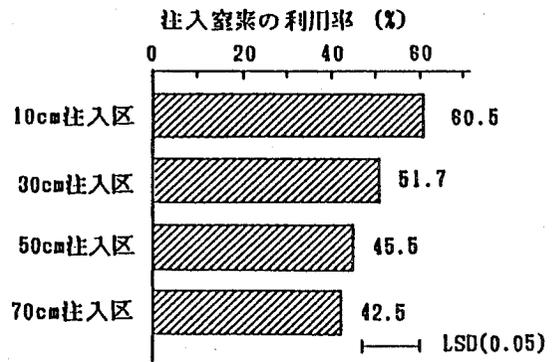


図-6 層別注入窒素のタバコによる利用率 (注入5週後)
 注) 図中の数値は利用率を示す。重窒素の注入は心止1週間後に行った。

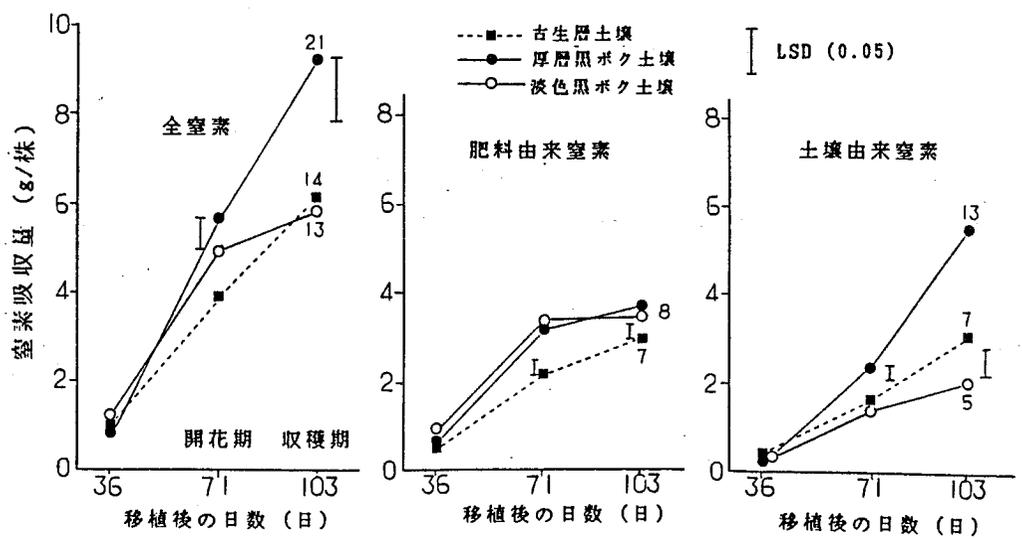


図-5 タバコの由来別窒素吸収量の推移
 注) 図中の数値は各吸収量の10 a当たり換算値を示す。

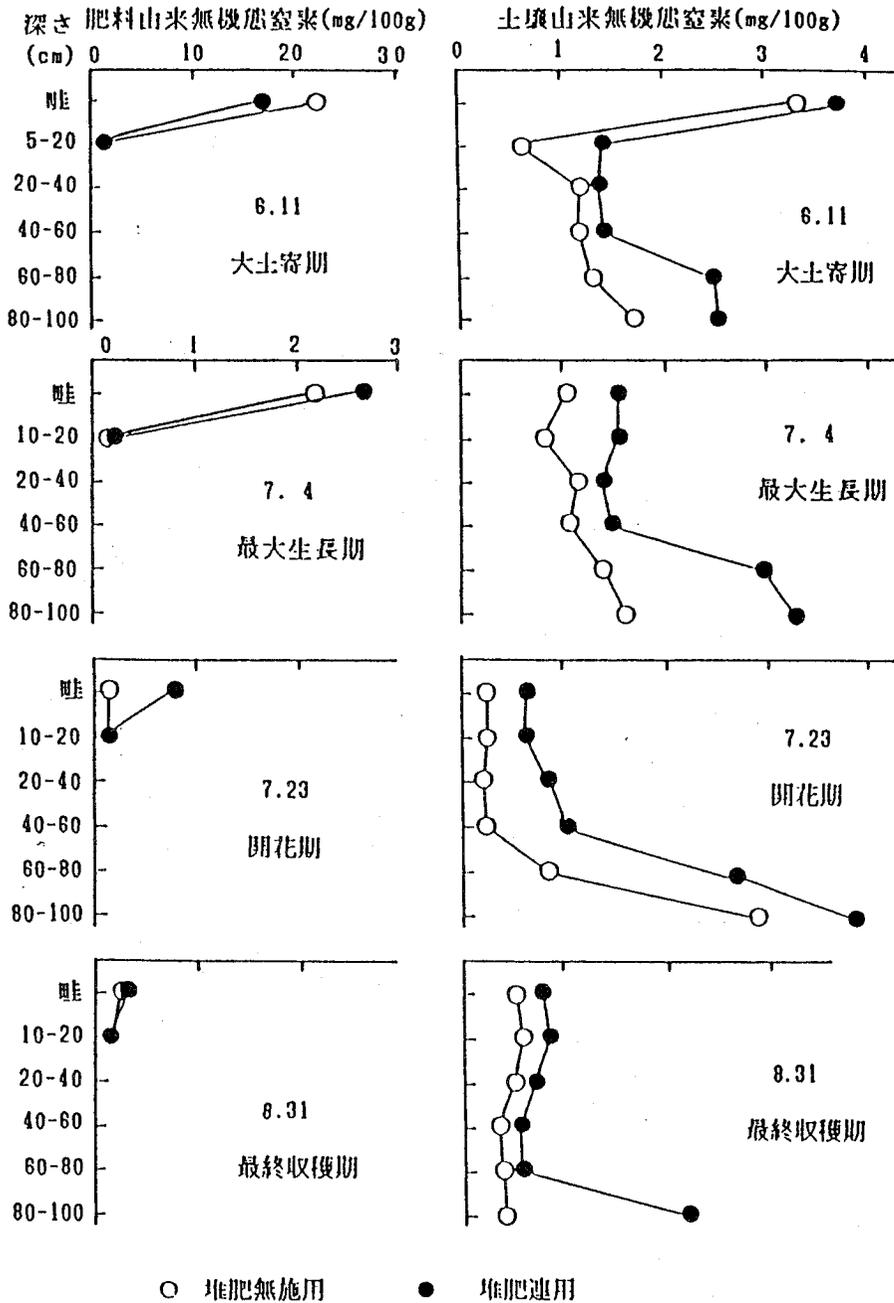


図-7 土壌断面内の由来別無機態窒素含量の推移

表 - 4 肥料および土壌由来無機態窒素残存量の推移

月日	区別	肥料由来無機態窒素		土壌由来無機態窒素残存量(kg/100a)		
		残存量(kg/10a)	残存率(%)	0-20cm	20-100cm	計
6.11	堆肥無施用	9.5±0.7	79.0	2.2	7.0	9.2
	堆肥連用	7.3±1.1	60.8	3.1	9.4	12.5
	有意性	*	*	*	*	*
7.4	堆肥無施用	1.7±1.5	13.7	1.6	6.7	8.3
	堆肥連用	2.2±0.3	18.4	2.6	10.6	13.2
	有意性	NS	NS	*	*	*
7.23	堆肥無施用	0.1±0.05	1.1	0.6	4.6	5.2
	堆肥連用	0.9±0.3	7.5	1.2	9.3	10.5
	有意性	**	**	**	*	*
8.31	堆肥無施用	0.2±0.07	1.7	1.0	2.4	3.4
	堆肥連用	0.2±0.08	1.8	1.5	4.2	5.7
	有意性	NS	NS	NS	*	*

**および *はそれぞれ1%および5%水準で有意。

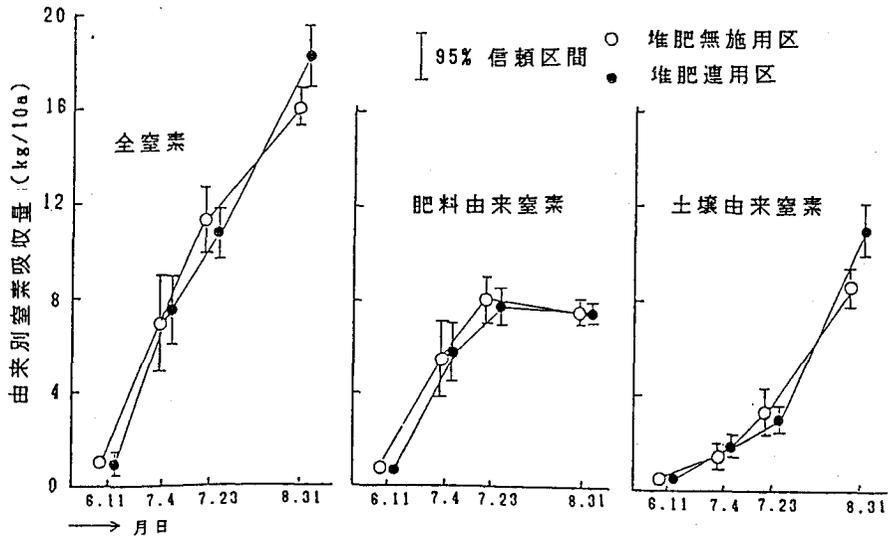


図-8 タバコの由来別窒素吸収量

パーレー種タバコの目標収量280kg/10aを確保するための10a当たり窒素施用量(N_F)の推定式は次式で示され、パーレー種タバコの安定的生産が可能となった。

$$N_F = \frac{10.53 - 0.319X_2 - 0.139X_3}{E}$$

X_2 : 20cm以下の根群分布土層の無機態窒素集積量(kg/10a)

X_3 : 0-20cmの作土における培養態窒素生成量(kg/10a)

E : 肥料窒素の利用率(%)を100で除した値($0 < E \leq 1$)

IV. 産葉の香喫味の発現におよぼす土壌の理化学的要因

1) 土壌型の差異が本葉系の収穫葉の形質ならびに乾葉の香喫味におよぼす影響をみると、古生層土壌では2地域の黒ボク土に比べて、葉面積は上位本葉で小さいが、単位面積重は下位本葉で、乾燥歩留はいずれの葉位でも大きく、葉の熟度が良いことを示している。乾葉の香喫味は収穫葉の熟度を反映して、古生層土壌における葉たばこが明らかにまさった(表-5)。

2) 主要土壌における乾葉の香喫味は、古生層土壌、花崗岩質土壌などの非火山灰土が火山灰土に比べると明らかにすぐれていた。香喫味品質の高い葉たばこは一般に作土の培養態窒素生成量が高く、下層土の養水分供給力が低い土壌で生産される傾向にあるが、本葉の香喫味は下層土の1/3パール水分量および有効水分量(1/3パール水分量-15パール水分量)と1%水準で有意な負の相関が認められた(表-6)。

表-5 本葉系の形質および香喫味

土 壤 名	葉面積 (dm ² / 株)		単面重(mg/dm ²)		乾燥歩留 (%)		香喫味指数 本葉 2等
	下位	上位	下位	上位	下位	上位	
黒ボク土・南郷	73.5	50.8a	483b	644	10.3b	13.1b	7.2c
黒ボク土・岩手	66.3	42.5ab	496ab	596	11.3ab	13.4b	8.6b
古生層土壌	68.0	28.5b	531a	624	12.5a	15.0a	11.9a
LSD(0.05)	NS	20.1	39	NS	1.4	1.5	0.9

表-6 土壤の養水分供給力と乾葉の収量、品質および香喫味との関係

項 目	層 位	収 量	kg当たり代金	香喫味指数
無機態窒素集積量 (kg/10a)	作 土	NS	NS	NS
	下層土	0.812**	NS	NS
培養態窒素生成量 (kg/10a)	作 土	NS	NS	NS
	下層土			
有効水分量 (mm)	作 土	0.795**	NS	-0.672*
	下層土	0.819**	-0.690*	-0.816**
1/3bar水分容量 (mm)	作 土	0.651*	NS	NS
	下層土	0.820**	-0.673*	-0.826**

注) 単相関係数を示した。

**および* はそれぞれ1%および5%水準で有意。

V. まとめ

本研究の結果、東北地方のパーレー種タバコ栽培土壤の基本的性質が明らかとなり、多収となりやすい地域の土壤はアロフェン質黒ボク土に分類されることがわかった。アロフェン質黒ボク土の下層土の理化学的特性は、その粘土鉱物組成を反映して 1/3バール水分量と有効水分量が著しく高く、そのため多量の硝酸態窒素を集積する。しかもその物理性が良好で、土壤反応は中性を示すことから、タバコ根群の下層への伸張に好適な環境を与え、タバコは生育後期に多量の地力窒素（下層集積窒素）と水分を吸収し、その収量が著しく増加することが解明された。また、葉たばこの香喫味は下層土からの水分と窒素の供給が少ない土壤で良いことも明らかとなった。

我が国の畑土壤の肥沃度に関する研究は、従来から作土を中心として発展してきたが、畑作物の多収に必要な養水分の供給面からみると、下層土からの窒素と水分は特に重要な意義を持つものと結論される。

審査結果の要旨

本研究は、重要な香味料原料であり、しかも東北地方の基幹作物の一つであるパーレー種タバコの安定的生産を図ると言う企業要請に基づいて、品質低下をもたらす葉たばこの多収化の原因解明並びに品質向上技術の確立を目的として、次の調査、解析を行い、とりまとめたものである。

1. パーレー種タバコ栽培土壌の基本的性質の解明
2. 黒ボク土多収畑における土壌の特性
3. 地力窒素供給能の量的評価法の確立

(タバコの窒素吸収、収量との関係の解析)

これまでの畑土壌肥沃土に関する研究は、作土を対象として発展してきたが、本研究は従来の手法から脱脚し、まず畑土壌の作土と下層土の基本的性質を詳細に調査したうえで、下層土の肥沃度、特に養水分供給能とタバコの窒素吸収および収量、品質との関係を解明した。すなわち、葉たばこの多収をもたらす土壌的要因としてはアロフェン質黒ボク土下層土の高い有効水分量と硝酸態窒素集積量があることを明らかとした。

また、地力窒素分析値から作物の収量を確保するための施肥設計作成法の立案は土壤肥科学の古くからの課題であったが、重窒素を使用した研究結果から、下層土の根郡分布土層中の無機態窒素集積量および作土中の培養態窒素生成量を用いて窒素施用量推定式が作成された。

本研究結果は、パーレー種タバコ生産における産地区分や主産地形成に反映され、問題地域の施肥設計の立案、土壌管理対策の改善、並びに高品質地域の地力維持対策に広く活用されている。

以上の研究は、畑土壌生産力の基本的問題の解明に対する土壤肥科学的貢献が大きく、かつその成果のタバコ栽培への応用的意義が大きいことから、農学博士の称号を授与するに値する業績と判定した。