

## 土性と窒素施用量の相違がカラタチ台温州ミカン 1年生苗木の生長に及ぼす影響

井上 宏, 中安 孝之

### GROWTH OF YOUNG SATSUMA TREES AS AFFECTED BY DIFFERENT PHYSICAL PROPERTIES OF SOIL AND NITROGEN FERTILIZATION

Hiroshi INOUE and Takayuki NAKAYASU

Growth and absorption of nutrient elements were observed in one-year-old satsuma trees on trifoliolate orange rootstock, that were planted in ungrazed pots containing four kinds of soils: sand, sandy loam, loam and clay loam. Three levels of nitrogen in the form of ammonium sulfate were supplied to the trees.

From the viewpoint of new shoot length and total fresh weight of tree, the most adapted soils were sandy loam at the low nitrogen level and clay loam at the standard and high level. In all the trees, the development of the top and the root were inferior in sandy soil compared with the other soils. The high nitrogen level depressed the growth of roots in sandy soil, showing high nitrogen contents in leaves.

カラタチ台温州ミカン1年生苗木を、人為的に調製した4種の土性の土壌(砂土, 砂壤土, 壤土, 埴壤土)に栽植し、これに硫酸を用いた窒素施用量の3段階(半量, 標準, 倍量)を組み合わせた処理を行い、苗木の生長量および肥料要素の吸収量を比較した。

その結果、新梢伸長量および樹体の生体重よりみて、窒素半量区では砂壤土で、窒素標準区および倍量区では埴壤土で最も生育が優れた。砂土では窒素の吸収が過剰になりやすく、窒素倍量区では根の生長も抑制され、いずれの土性の区より生長量が劣った。

#### 緒 言

永年生で深根性作物の果樹において、養水分を吸収し、樹体を支える根群の分布は土壌環境に大きく支配される。健全な樹体を育成し、良品質の果実を連年多収するための「土づくり」は今日的な課題でもある。

筆者らはカンキツ栽培における土壌環境要因の中で、土壌の物理的性質としての土性と化学的性質に最も影響を与える窒素施用量の関係を取り上げ、土壌の理化学性と温州ミカンの生育について検討を加えた。すなわち、本実験はカラタチ台温州ミカン1年生苗木を、日本農学会法の土性分類に基づいて人為的に調製した4種の物理的組成の土壌に栽植し、これに窒素施用量の3段階を組み合わせ、苗木の栄養生長量の比較を行ったものである。

#### 実験材料および方法

本実験は香川大学農学部構内の研究は場において、1975年4月から11月まで実施した。すなわち、下記の4種の土性の土壌を満した直径30cmの素焼鉢に、カラタチ台杉山系温州ミカン1年生苗木を1本ずつ4月上旬に定植し、1か月後から施肥を行った。

用土は、あらかじめ日本農学会法によるASK粒度分析に基づいて測定した粘土分74%の水田底土と、粘土分3.5%の川砂(花こう岩崩壊土壌)を適当に混合して、砂土・砂壤土・壤土および埴壤土に調製した。各土壌について窒素施用量の半量区(硫酸19.1g)、標準区(硫酸38.1g)および倍量区(76.2g)を設けた。各処理区の個体数は5本ずつとした。用土の物理的性質は第1表のとおりである。施肥は5月から9月まで毎月1回、等分に分

第1表 用土の物理的性質

	粘土含量	真比重	仮比重	容水量		全孔隙量
				重量%	容量%	
砂土	7.4%	2.62	1.62	23.7	38.4	57.5%
砂壤土	16.2	2.61	1.58	27.0	42.7	59.0
壤土	34.3	2.59	1.56	29.9	46.6	59.7
埴壤土	44.0	2.57	1.54	31.4	48.4	61.8

施した。窒素と同時に分施したリン酸およびカリの量はそれぞれ6gで、過リン酸石灰と硫酸カリで施用した。灌水は砂壤土区の土壌の乾き具合を基準にして、適宜1回につき1鉢1lの割合で、各処理区同時に一様に行った。各処理区について地表下10~12cmの土壌含水量を随時測定したが、容水量%でみると、砂土で25~27%、砂壤土で27~29%、壤土で32~35%、埴壤土で43~46%の土壌含水量で灌水したことになる。

新梢の発生後は10日毎にその長さを測定し、各処理区の伸長曲線の比較を行った。春枝は1樹につき5本程度に、夏枝は春枝の先端近くから萌芽したものだけを残して摘除した。秋枝の発生は放任した。

11月下旬に一斉に掘り上げて、葉(春・夏・秋・旧葉)、枝(春・夏・秋枝)、幹および根(主・大・中・小・細根)に解体し、それぞれの生体重および乾物重を求めた。乾物試料は粉碎して、無機成分の分析・定量に供した。さらに、樹体各部の乾物重と無機成分含有率から各部位の各成分の含有率を算出した。

無機成分の定量法は次のとおりである。

N: セミ・マイクロ ケールダール法

P: リン・モリブデン青試薬を用いる光電管比色計法

K: 炎光光度計法

Ca, Mg: 原子吸光分光分析法

土壌 pH については、植えつけ時と掘り上げ時に、H<sub>2</sub>O および 1N-KCl 浸出液についてガラス電極法で測定した。

なお、実験期間中の月平均気温および降水量は第2表のとおりである。地温については、地表下10~12cmの温度を夏季に測定した。晴天時の12時から15時の間において砂土(31~33°C)は常に埴壤土(30~32°C)より高かったが、1°C程度の差に過ぎなかった。

第2表 実験期間中の気温と降水量

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
平均気温(°C)	14.7	17.9	23.1	27.4	26.6	24.3	17.4	12.3
降水量(mm)	82.5	29.0	149.5	61.5	285.0	107.5	218.0	19.0

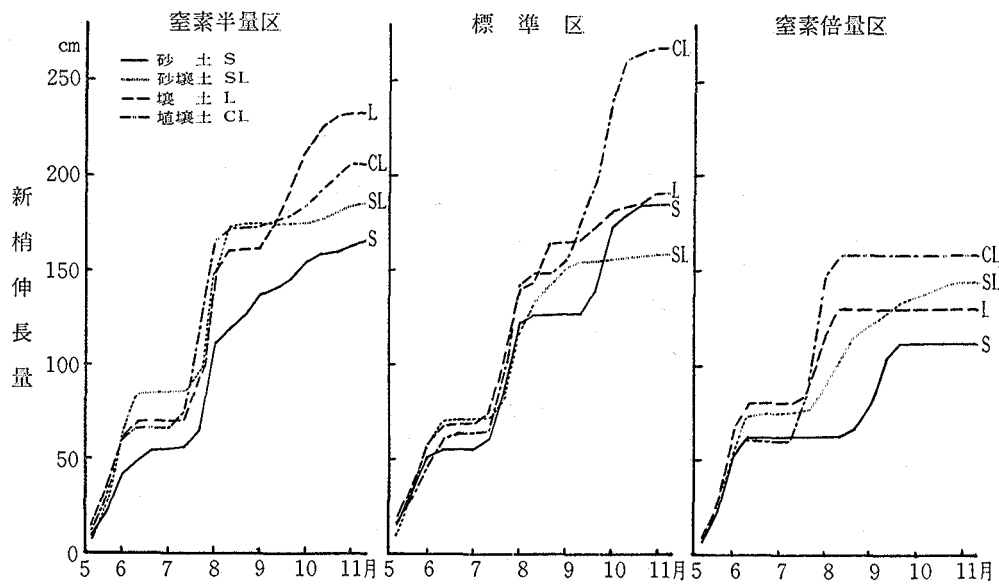
## 結 果

### 1. 新梢伸長曲線

5月上旬より10日毎に測定した新梢の伸長曲線は第1図のとおりである。春枝の伸長は6月中旬に停止したが、窒素の施用量による伸長量の差は認められなかった。土性の間では、砂土で若干劣る傾向が認められた。夏枝は7月上旬より発芽・伸長を始め、約1か月間伸長を続けたが、伸長量は砂土で劣り、埴壤土で優った。窒素施用量が過剰と思われる倍量区では夏枝の伸長量は劣った。窒素半量区および標準区では秋枝が9月上旬に発芽し、10月中旬まで伸長したが、倍量区ではほとんど発生をみなかった。標準区の秋枝伸長量は半量区のそれより全般に劣ったが、埴壤土の標準区の秋枝は著しく伸長した。

### 2. 全新梢伸長量と掘り上げ時生体重

11月下旬の掘り上げ時に測定した全新梢伸長量および全生体重は第3表のとおりである。窒素半量区では埴土で最もよく伸長し、砂土で最も劣った。この砂土で劣る傾向は窒素施用量が多くなっても変らなかったが、標準区と



第1図 新梢伸長曲線

第3表 掘り上げ時の新梢伸長量および全生体重

	窒素半量区		標準区		窒素倍量区	
	新梢伸長量 cm	全生体重 g	新梢伸長量 cm	全生体重 g	新梢伸長量 cm	全生体重 g
砂土区	164.9( 89)	339.7( 87)	183.5(115)	302.5( 98)	112.0( 78)	198.8( 76)
砂壤土区	184.5(100)	392.3(100)	158.9(100)	310.1(100)	143.7(100)	261.5(100)
壤土区	233.3(126)	329.6( 84)	190.4(120)	361.0(116)	130.5( 91)	266.9(102)
埴壤土区	206.4(112)	330.5( 84)	267.0(168)	380.3(123)	158.8(111)	317.8(122)
平均	197.3	348.0	200.0	338.5	136.3	261.3

注: ( ) 内の数字は, それぞれの砂壤土区の値を 100 とした比数.

倍量区で最大伸長量を示した土性は埴壤土であった。全生体重では半量区で砂壤土が最も優ったが、標準区および倍量区で新梢伸長量の傾向と同じように埴壤土区が最も優った。一方、砂土では窒素施用量の多い標準区と倍量区で他の土性の土壌よりも著しく劣った。

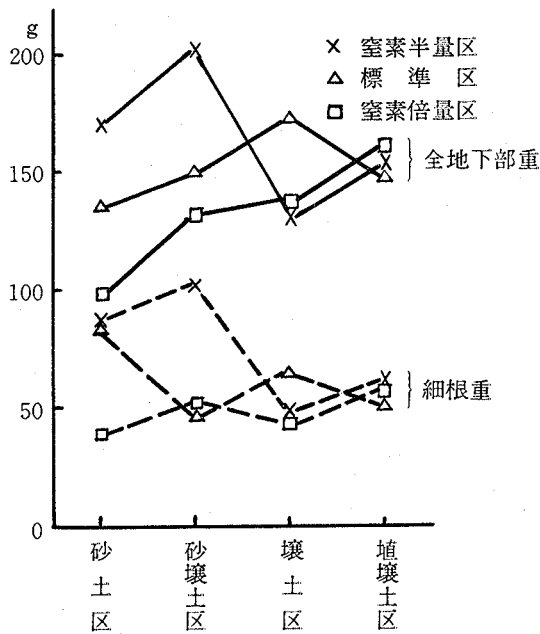
次に、地下部の発達との関係をみたのが第2図である。全地下部重でみると、窒素の施用量が増すほど砂土での地下部の発達が抑制され、粘土含量が多い土性ほど根の発達は良好のようであった。ただし、窒素半量区では全生体重でみられたと同様に砂壤土区が最も優った。この傾向は細根重についても同様であった。細根（直径2 mm以下）の発達からみると、窒素施用量が多くなるほど抑制傾向は大となり、倍量区では土性の如何にかかわらず、細根重は劣った。しかし、倍量区での細根発達抑制の傾向は若干砂質土で大のように見受けられた。

3. 葉内無機成分含有率

11月下旬の掘り上げ、解体後、樹体各部の無機成分含有率について分析・定量したが、春葉のそれについての成績は第4表のとおりである。窒素の施用量の増加によって葉内 N% は著しく増加するとともに、P および Mg も若干増加したが、K と Ca は著しい減少を示した。土性間では、粘土含量が増すほど、N および P% は減じ、Ca 含有率は増加する傾向にあったが、K と Mg 含有率には一定の傾向が認められなかった。

4. 1 樹あたりの無機成分含有量

掘り上げ時の1樹あたりの無機成分含有量を樹体各部の乾物重とそれぞれの無機成分含有率から算出したのが第5表である。N の含有量は窒素施用量の標準区が最大であったが、他の4要素は窒素の施用量が増すほどそれら



第2図 全地下部重と細根重

第4表 春葉内無機成分含有率

		N	P	K	Ca	Mg
		%	%	%	%	%
窒素半量区	砂土区	3.35	0.19	1.75	1.76	0.24
	砂壤土区	3.19	0.17	1.89	1.70	0.21
	壤土区	3.05	0.18	1.70	1.53	0.24
	埴壤土区	3.15	0.18	1.64	2.07	0.23
	平均	3.19	0.18	1.75	1.77	0.23
標準区	砂土区	4.01	0.20	1.47	1.24	0.20
	砂壤土区	3.62	0.17	1.50	1.56	0.22
	壤土区	3.76	0.18	1.39	1.53	0.27
	埴壤土区	3.76	0.17	1.55	1.83	0.23
	平均	3.79	0.18	1.48	1.54	0.23
窒素倍量区	砂土区	5.08	0.25	1.59	1.17	0.22
	砂壤土区	5.26	0.23	1.18	1.31	0.28
	壤土区	5.19	0.20	1.14	1.41	0.29
	埴壤土区	4.54	0.17	1.16	1.56	0.31
	平均	5.02	0.21	1.27	1.36	0.28

注：対乾物%。

第5表 1 樹あたり無機成分含有量

		N	P	K	Ca	Mg
		mg	mg	mg	mg	mg
窒素半量区	砂土区	2669(100)	244(9)	1880(70)	1354(51)	240(9)
	砂壤土区	3459(100)	310(9)	2175(63)	1546(45)	241(7)
	壤土区	2873(100)	239(8)	1762(60)	1482(51)	293(8)
	埴壤土区	2907(100)	246(8)	1755(47)	1482(30)	220(6)
	平均	2977(100)	260(9)	1893(64)	1466(49)	249(8)
標準区	砂土区	3239(100)	267(8)	1521(47)	987(30)	204(6)
	砂壤土区	3071(100)	228(7)	1339(44)	984(32)	180(6)
	壤土区	3730(100)	270(7)	1557(42)	1291(35)	245(7)
	埴壤土区	3825(100)	272(7)	1803(47)	1534(40)	247(6)
	平均	3466(100)	259(7)	1555(45)	1199(35)	219(6)
窒素倍量区	砂土区	2651(100)	176(7)	730(28)	559(21)	94(4)
	砂壤土区	3645(100)	229(6)	931(26)	767(21)	144(4)
	壤土区	3704(100)	216(6)	881(24)	925(25)	180(5)
	埴壤土区	3546(100)	222(6)	1126(32)	1047(30)	239(7)
	平均	3229(100)	211(7)	917(28)	825(26)	164(5)

注: ( ) 内の数字は、それぞれの区の N 含有量を 100 とした比数。

の含有量は減少した。土性別にみると、窒素の含有量は窒素半量区と標準区では生体重の傾向と一致し、前者では砂壤土で、後者では埴壤土で優ったが、倍量区では壤土区で N 含有量は最大となった。一方、K および Ca は生体重の傾向と一致し、半量区では砂壤土で、標準区と倍量区では埴壤土で最も優った。P と Mg には一定の傾向が認められなかった。

さらに、それぞれの処理区における樹体の N 含有量を 100 とした他の 4 要素含有量の比数をみると、窒素施用量が多くなるほど N の含有量に対する P, K, Ca および Mg の含有量の比数は減少した。土性の相違でみると、窒素半量区では粘土含量が増すほど、N に対する 4 要素の比数は減少する傾向にあったが、標準区および倍量区では Ca を除き、土性により比数はほとんど変らなかった。Ca では粘土含量が増すほど、比数は大となった。

5. 土壌 pH

植えつけ時と掘り上げ時に採土して、調査した土壌 pH は第 6 表のとおりである。植えつけ時にくらべ、掘り上げ時にはかなり pH が低下した。硫酸としての窒素の施用量が多いほど、土性では粘土含量が増すほど土壌 pH が低下した。

考 察

果樹が健全に生育するためには、その根群の分布する土壌環境が良好でなければならない。森田<sup>(7)</sup>は、わが国の果樹園土壌の物理性の実態を明らかにするとともに、土壌の物理的組織の相違が各種果樹の生育に及ぼす影響を観察し、土壌の物理的条件のうち、とくに土壌空気と土壌水分が果樹の植生に与える影響の著しいことを指摘した。筆者らは、温州ミカンの生育に及ぼす土性の影響を窒素施用量との関連において

第6表 土壌の pH

土 性	窒素量	植えつけ時		掘り上げ時	
		H <sub>2</sub> O	KCl	H <sub>2</sub> O	KCl
砂 土	半量区	5.5	5.0	3.9	3.2
	標準区			3.3	3.0
	倍量区			3.5	3.0
砂 壤 土	半量区	5.7	5.4	3.9	3.3
	標準区			3.4	3.1
	倍量区			3.4	3.0
壤 土	半量区	6.0	5.7	4.7	3.6
	標準区			3.7	3.1
	倍量区			3.5	3.1
埴 壤 土	半量区	6.3	5.9	4.8	3.3
	標準区			4.0	3.2
	倍量区			3.8	3.1

観察するため本実験を行った。本実験における用土調製は、人為的に粘質土と砂土を混合する方法をとったが、すでにこの方法で果樹類の好適土性の検討が加えられている<sup>(2,5,6,8)</sup>。温州ミカンについては1年生苗木を供試して、9月上旬に掘り上げた富久田<sup>(2)</sup>の成績では砂土区(粘土含量7.8%)で、2年生苗木を供試して、11月上旬に掘り上げた倉岡<sup>(6)</sup>の成績では埴土区(同28.1%)で生体重が最も優れたとしている。筆者らの本実験成績は1年生苗木を供試して11月下旬に掘り上げたものであるが、窒素半量区では砂埴土(同16.2%)、それ以上の窒素施用量では埴埴土(同44.0%)が生体重からみて好適土性であった。わが国の自然条件下の温州ミカンの若木においては、春・夏および秋枝の3サイクルの新梢伸長がみられるのが普通であり、苗木を対象として栄養生長量を比較する場合には、秋枝の伸長も無視することはできない。栽培年次の気象条件や肥培管理の相違が強く影響するのはもちろんであるが、春葉の無機成分含量や夏秋枝が十分に伸長した点からみて、本実験成績が、比較的夏秋季に雨が少なく、高温である瀬戸内地帯の実態を把握しているように思われる。松山市の愛媛県果樹試験場で、母材の異なる土壌における温州ミカン幼樹の生育を比較するため、コンクリートの無底框(1.8×1.8×1.2m)で4年生樹を4年間栽培したのに、無機質肥料区および有機質肥料区のいずれにおいても埴埴土の閏前土壌の樹容積が最も大きく、砂埴土の伊台土壌で最も劣った<sup>(9)</sup>。両者の土壌は地質系統および母岩を異にしているため、直接土性の影響と考えることができないとしても、砂質土よりむしろ埴質土に温州ミカンの好適土性があると思われ、青木<sup>(1)</sup>も埴埴土が好適土性であるとしている。

筆者ら<sup>(4)</sup>は先に、砂埴土での窒素質肥料の過用が温州ミカン幼樹の生長に及ぼす影響を観察し、過用による生長量の抑制が著しいことを指摘した。この際、無機質肥料の多量施用により土壌pHの低下が著しいことも認めた。本実験でも同様な傾向にあったが、土性との関連でみると、硫酸の形態による窒素施用の生長抑制が砂土区で大きく、埴埴土では少ないことを観察した。小林<sup>(5)</sup>は雨の少ない年には好適土性が粘質土壌側に、雨の多い年には砂質土壌に移動する可能性を示唆している。砂質土では雨の少ない年には施肥により土壌溶液濃度は高くなって乾害が発生しやすく、雨の多い年には肥料分が薄められたり、流亡して肥料欠乏に陥りやすい傾向にあり、排水状態さえよければ埴埴土の方が栽培しやすいことになる。筆者は温州ミカンの苗木の砂耕試験<sup>(3)</sup>で硫酸を要素源とした窒素施用濃度の80~160ppm区で枝梢の伸長の抑制を観察しているが、粘質土壌にくらべて保水力のない砂質土壌では施肥による塩類の高濃度障害が出やすいことを示したものである。したがって、雨の少ない瀬戸内海沿岸地帯の砂質土壌での温州ミカン栽培では無機質肥料の過用などによる生長抑制の障害を防止するため、保水性を高める土壌管理が大切である。

## 文 献

- (1) 青木茂一：土壌と植生，43，東京，養賢堂(1954)。
- (2) 富久田信治，伊庭慶昭：園芸学研究集録，8，64-68 (1957)。
- (3) 井上 宏：香川大学農学部学術報告，22(2)，83-91 (1971)。
- (4) 井上 宏，明石義尊：香川大学農学部学術報告，23(2)，172-179 (1972)。
- (5) 小林 章，富久田信治：園芸学研究集録，7，65-68(1955)。
- (6) 倉岡唯行，矢谷泰重：島根農科大学研究報告，4，17-19 (1956)。
- (7) 森田義彦：農業技術研究所報告，E4，1-144(1955)。
- (8) 二井内清之：園芸学研究集録，4，111-116(1949)。
- (9) 坂本辰馬，奥地進，薬師寺清司：園芸学会雑誌 34(1)，9-18(1965)。