

かんきつに対する土壌的適地基準の確立に関する調査研究

辻元 正・岡橋主税・和田光男・水田昌宏

Soil Conditions of the Orange Trees

Tadashi TSUJIMOTO, Chikara OKAHASHI, Mitsuo WADA
and Masahiro MIZUTA

緒 言

最近における農産物の需要の変化に応じて奈良県においても、かんきつの栽培面積が急激にふえつつある。

かんきつに対する適地としての基準は、まず第一に気象条件によって規定されることは勿論であるが、立地条件としての土壌の、かんきつ栽培に対する適、不適はその生産性に大きく影響することはいうまでもない。すなわち土壌の適地は、今後のかんきつの生産競争に勝ち得る重要な条件の一つになると思われる。

落葉果樹の生育におよぼす土壌の物理的組成の影響については、森田¹⁻¹²⁾、本多³⁾、猪崎¹⁴⁾等の研究があり、一方、かんきつについては森田¹⁵⁻³¹⁾、川島³²⁾の研究があって、それぞれ土壌の物理化学的性質とかんきつの生産力との関係について多くの示唆を与えている。しかし土壌の諸性質とかんきつ園の生産力との関係についてはなお残された面が少なくない。

著者らは1962年以来、奈良県内における主なかんきつ産地において、優良園と不良園の土壌学的調査を行いかんきつに対する土壌的適地基準の確立に関する研究をすすめてきたので、ここにその結果を報告する。

1. 土壌条件及び気象

A 土壌条件

(1) 天理、大三輪地区は奈良盆地の東南大和高原の南西端に分布する。殆んど花崗岩類よりなり、この地帯は変質の度が強い。この基盤の間には一部、第三紀層、洪積層があって、柑きつ園として利用されている。

西向き傾斜地で標高120~260m間に栽培され、一般に土壌は中粒質で礫は見られないものが多く、土層は深い。

(2) 明日香地区は奈良盆地の南部、竜門山地の西北端の傾斜地に分布する。この地帯は地形が複雑であるが、母材は全て花崗岩類に属する。傾斜は南西の

8°~15°程度が多い。

土壌は一般に中粒質で一部、細粒質のものが含まれる。礫は見られず、土層は一般に深い。侵蝕は殆んど認められない。

(3) 西吉野地区は秩父古生層を母岩とする変成岩残積地帯で、土壌は細粒質又は中粒質が多く、礫は一般に含まれる。土層は一般に深い。

傾斜の程度は南東の10~20°であるが、侵蝕は殆んど認められない。

B 気 象

県下の果樹生産地は大部分が、奈良盆地周辺の傾斜面に東部から南部にかけて分布している。この分布帯は平均気温14°C線と、15°C線との中間に位いしている。従って、かんきつ栽培にとっては、温度限界線上にある訳で、この点が本県の柑きつ栽培上の最も大きな宿命となっている。

なお15°C線に沿う地帯には小産地は点在しているが、土壌条件が悪いのと社会経済的理由により現在のところまとまった産地はない。しかし、これらの地帯でも最近では造園新植の気運が強い。

2. 調 査 方 法

A 調査地区の選定

本県における代表的な産地として大三輪町、天理市、西吉野村及び明日香村の四地区を選定した。

B 優良園、不良園の選定

地区毎にまず優良園及び不良園を選定した。すなわち、農試果樹担当技師、当地区の農業改良普及員及び現地の経営者らと共に、主に次に述べる要領によって選定した。

(1) 一地点における優良園と不良園とがなるべく同一地質系統に属するよう考慮した。

(2) 従って地形の上からは勿論、距離的にも、なるべく近接した場所を選定した。

(3) 栽培管理法が優良園と不良園とで極端に相違しな

いこと。

- (4) 品種及び樹令についても一地点内においてはそれぞれ同一の園を選定した。

C 調査項目

- (1) 土壌断面調査 聞き取り調査
(2) 土壌理化学分析

3. 調査成績

A 土壌の断面形態と優良、不良園との関係

各地区毎に土壌断面形態と優良、不良園との関係について述べる。

(1) 三輪地区

5点のうち、三輪一1、三輪一2の二点は優良園で三輪一3、三輪一4、三輪一5の三点は不良園である。

一般に土性は、中粒質で礫はないか、または少ない。

各園共、構造は塊状で中程度、孔隙は富んでいる。密度は中程度、透水性は良くないが、有効土層はすべて1m以上とみなしてよい。根の分布は35～55cmの深さまで見られるが、優良、不良園の間に、はっきりした相違は見られない。

ただ、不良園三輪一3においては剪定、寒害対策管理の面で多少、欠陥が認められ、園主の熱意も劣るようであるが、先代の頃は非常に優秀な園であったそうである。また植えかえによる連作害も考えられるという不良園もあった。

三輪地区については、大略以上の通りで、土壌断面形態からは優良、不良園との間に決定的な要因は見出されない。

ただし、後に述べる土壌の化学的性質によれば、これら優良、不良園間の差がはっきりと、区別された。

(2) 天理地区

天理地区のうち、花崗岩を母材とするものは天理一1、天理一2の二点である。共に優良園で特に栽培管理が優秀であることと相まって樹勢は極めて良かった。

すなわち、土性は中粒質で礫はなく、構造も極めて良好であった。また下層も55cm迄は密度、透水性を含めて土壌の物理状態が非常によい。根系の伸びもいちじるしく、この層にもなお太根がみられる状態であった。唯60cm以下には、ほとんど土壌化した状態ではあるが風化層が部分的にみられ、風化礫もわずかに見られるようになり、全体として無構造で

ある。密度(山中氏硬度計の読み)も20～22程度、透水性も急激に悪くなる(透水性測定器による読み2)。根系も、この層の上部にわずかに貫入している程度である。

有効土層としては、1m以上と見てよい。

先にも記した通り、本園は管理が良く、敷草は山野草を連年10a当り4.000kg程度施用し、中耕、施肥等の面も非常にすぐれ、収穫量も5.600～7.500kg/10a(30～50年生)をあげている。

天理地区の他の二点、天理一3、天理一4は共に、不良園で洪積層地帯である。第一層16cmで浅く、第二層は16cm～38cmで第一層、第二層共、土性は中粒質、円礫、または半角礫に富んでいる。密度、透水性は中程度であるが、土壌の物理状態は劣悪である。なお約38cm以下は砂礫層で礫の種類は、円または半角の大礫又は巨大礫である。

根の伸びは、第二層迄しか見られず、また生育も良くない。

洪積層については、優良園の資料を欠くので比較検討が出来ないが、この例に関する限りは、土壌の物理状態が劣悪であることと、有効土層が浅いという二点によって特長づけられていると思われる。

(3) 西吉野地区

この地区は秩父古生層に由来する変成岩であって、一般に表層は中粒質ないし細粒質、礫は角礫で、未風化、風化程度の種々のもの、大きさは細礫、小礫が殆んどである。構造も第一層は、比較的、細粒状、粒状が発達している。

下層は、全地点共多少かれ少かれ、風化層又は風化礫層が見られる。良く風化の進んだものは、手で容易につぶすことが出来る程で、LC程度の細粒質になり得るものが多い。またこの層は一般に密度が高い(硬度計の読み20～31)。

なお、西吉野地区全体の柑きつの生育は、苦土等の要素欠乏も所々に発見されるし、三輪、天理地区と比較すると、一般的にやや劣る様である。

西吉野地区において優良園、不良園と土壌断面との関係を検討すれば以下の如くである。

西吉野一1は優良園である。上層は、中粒質ないし細粒質で40cm以下は埴土、礫はこの層からわずかに見られるが、相当風化が進んでいる。構造は50cm附近まではよく発達しているし、割目も比較的多い。密度は30cm位から20以上を示し、透水性も極度に悪い(2.0)。有効土層は1mと見てよい。

西吉野一2は不良園であるが、その理由は、この

地点の土壌的欠陥, すなわち, 明らかに有効土層が浅いことによるものと考えられる. すなわち 20~30 cm 以下が風化礫層で, その風化程度は相当進んでいるが, 硬度計の読みは 28~30 を示し非常にち密である. 母岩のきれつは多いので, 排水は悪い程でない.

西吉野一 3 は, 優良園である. 土性は中粒質, 礫は上層に細礫が含まれ, 構造は細粒状, 粒状がよく発達している. ただし 50cm 以下は風化礫層になっている. この層の上部は, 殆んど土壌化した状態で無構造であるが, 密度は極めて大で, 硬度計の読みは 31 を示す. 従ってこの層は有効土層とは見なし難く, 有効土層としては結局 50cm 程度である.

優良園の条件としての有効土層の深さは種々論議されるところであるが, 本園が優良園である事実から推定すると, 柑きつの根が活動し得る可能性をもった土層の深さ, すなわち, 有効土層の厚さは, 50 cm で一応充分であると考えられる. 勿論, 本例の場合は, 50cm 以下の非有効土層といえども, 上層に対して水分又は, 養分の供給等の面である程度の貢献があることは否定できない.

西吉野一 4 は, 不良園である. 土性は全層にわたって CL, 角礫は一層には含む程度, 下層には富んでいる. 構造, 孔隙は全層にわたって中程度ないし良く発達している. 密度も硬度計のよみで 16 前後, 透水性も 0.7 前後で中程度ないし, やや大である. 根も下端は 60cm に達している. 有効土層は 80cm と見なせる.

西吉野一 4 の土壌断面形態は以上の通りで, 本園が不良園であるという理由は格別見当らない.

ただ調査時 (8 月下旬) における土壌水分が異常に少なく, 土性は CL であるにもかかわらず砂の様にさらさらしていた. 従って本園の不良原因は恐らく干害であろうと判定したわけであるが, 水分に関するデータがないので, 後刻検討するつもりである.

西吉野一 5 は, 不良園である. 全層細粒質で構造は良くない.

無構造で孔隙も少なく, 透水性も非常に悪い.

30cm 附近からモザイク状の斑紋が富み, 過湿状態で地下水が高いと思われる (調査時には, 1m 迄に地下水は見られなかった).

更に根の表皮が 30cm 附近から黒くくさっている. これらの事実から本園の有効土層は結局 30cm 迄と見るのが妥当であろう.

西吉野一 6 も, 不良園である. 土性は全層共に細粒質で細礫は有り程度である. 第一層が非常に浅く 5 cm で硬度計のよみは 10~14 である.

第二層以下は硬度計のよみが 22~28 で急に密度が大になっている.

構造は無構造で透水性も非常に悪い. 植根は大略 10cm 迄にしか見られない. 有効土層は 20cm 程度である. 従って, 本園では有効土層が決定的な阻害因子となっている.

西吉野一 7 は, 優良園である. 第一層は CL-LiC で下層は細粒質, 50cm 以下は風化礫層, 植根はこの層の上部, すなわち 60cm 附近まで良く伸びている.

傾斜は 31° (s.w) で全調査地点中最も大であるにもかかわらず, 本園が優良園であるという事実から考えると, 傾斜の程度が柑きつの生育におよぼす影響は決定的なものではないと考えられる.

西吉野一 8 は不良園で, 第一層は LiC, 第二層は C で細粒質である. 構造は 30cm 附近まではよく発達し, 以下は無構造で密度も大である.

70cm 以下には風化礫層がみられる. 故に有効土層は 70cm と見なされ, その他, 土壌断面形態からは本園が不良である要因を見出せない.

西吉野一 9 は優良園である. 第一層が深く 35cm で CL, 第二層は C で 50cm 附近から風化礫層がみられる.

なお, 50cm 迄の層は密度も中程度で根の発達もよい.

本園の場合は有効土層が 50cm とみなせるがこの点は西吉野一 3 の例と全く同じに考えてよいと思われる.

西吉野一 10 は不良園である. 第一層は 60cm 以下の風化礫層まで LiC で構造の発達は中程度, 密度は小さい.

有効土層の深さは 60cm で土壌断面形態からは本園が不良である要因をみいだすことが出来ない.

なお, 西吉野一 8, 西吉野一 10 については土壌中の化学性が劣ることが, あとで判明した.

(4) 明日香地区

明日香一 1 及び明日香一 2 は共に母材が花崗岩で, 土壌断面形態はよく似ている. ただ, 明日香一 1 は土性が LiC で明日香一 2 は CL, 構造は明日香一 1の方が明日香一 2 よりも幾分発達している程度である. その他密度, 透水性等については殆んど差が認められない. 又有効土層は共に 1m 以上である.

以上が両園の土壌断面の概要であるが, これらの

結果からは両者のかんきつ園としての優劣を判定することは不可能であった。

明日香一は優良園であるのに対して明日香二は不良園である。すなわち、根群は前者には45cm附近にも太根がみられ60cm迄に細根がみられたのに対して、後者では分布下限が50cm附近でその量もあきらかに少ない。また、明日香二は樹勢がきわめて貧弱で、樹脂病およびナガタマムシの被害も相当みられた。しかし、当園主の言によると昔時は近在での優良園であったということである。これらの事情から現実には、明日香二が不良園であるという直接の原因は恐らく病虫害であろうと推定したほどであった。

土壌の理化学分析によって明らかになった事であるが、これら優良園、不良園の間には、土壌の化学的性質の上で極端な開きが見られる。この事実から一応、この両園に対する優良、不良の直接的な要因は土壌の化学的性質の差によるものであろうと推定した。なお、このことに関しては後に述べることにする。

明日香一は、優良園であるが土壌断面形態上は特異である。すなわち、土性がSLで粗粒質であり、48~50cm附近から岩盤が現われている。この岩盤は全く未風化状態で勿論、不透水層を形成している。上層の礫含量、構造、密度、透水性等については別に問題はない、根張りは特に良く、岩盤に接する迄、良く伸びている。傾斜は4°で西南向きの好条件である。(樹勢は非常によく、明日香地区で最も良い園に属する。)

当園の有効土層は明らかに50cmである。この程度の有効土層で、しかも有効土層以下とはっきり分離された状態にあるのが本園の特徴であって、この点は西吉野地区西吉野一の場合とおもむきを異にしている。すなわち、西吉野一の場合には前に記したとおり有効土層が50cmで以下は風化礫層になっている。この層の上部は殆んど土壌化しているが、無構造で硬度計の読みが31を示すほど密度が大である。従って、50cm以下の層は明らかに非有効土層とみなしたのであるが、この非有効土層は上層に対して水分の供給又は養分補給の面で或る程度のこうけんをなしうる可能性をもっていると考えられるのである。明日香一の場合には有効土層と、それにつづく非有効土層とが固い岩盤によって明確に分離され、西吉野一の場合に考えられた様な関係は全然ないと推定されるのである。すなわち、明日香一の有効土層は正味50cmであると考えられる。

明日香一4(優良園)は土性は中粒質で半角未風化細礫を含む。構造は第二層になると良い方ではない。第三層以下は無構造、穴、割目は中程度、透水性、密度も中程度である。有効土層としては1mでとりたてて特長はみられない。日当りは西南向きで良い。

B 傾斜と優良園、不良園との関係

本県におけるかんきつ園は大部分が無階段式で自然傾斜を利用したものが多い。

傾斜は大部分が20°迄である。

今回の調査においても、傾斜20°迄のものが19点で31°のものが1点(西吉野一7)あった。本園(西吉野一7)は簡易な階段式で、傾斜31°の圃場巾は20m程度である。土壌も細粒質であるためか侵蝕の程度は大きくないようである。前節において本園が優良園であるという事実から判断して傾斜角度と優良園、不良園との関係は密接なものではないと推定した。

また、傾斜20°以下の園についても、要因別一覧表にみられるとおり優、不良園との相関は全くないと考えられる。

C 理化学性と優良園、不良園との関係

(1) 土壌の構造、孔隙について

これについては、さきに、土壌断面形態のところ随所に述べてきたところであるが、土壌の構造、孔隙等の発達はいずれも各園とも大体中程度で各園間の優劣差も一般に小さい。したがって、優良・不良園との関係も決して明瞭ではないが、しいていえば不良園においては幾分これらの性質が劣るようであった。しかし、これらの性質が劣悪なために不良園であるという例はない。

(2) 三相分布との関係

かんきつの根は孔隙が少なかったり、あるいは水で満たされて空気が追出され、空気率が7~10%以下に減少するような場合には、その生育が悪くなるといわれている。

われわれの調査によると孔隙率は表に示したとおり最低32%最高60%であるが表層、下層を通じて大略50%前後であった。表層は下層にくらべてわずかに高い傾向がみられる。しかし、優、不良園と孔隙率の間には何等の相関も見出せない。

また、液相、気相率との関係についても明らかでない。

D 土壌の化学性と優良園、不良園との関係について

(第一表、土壌の理化学分析一覧表参照)

(1) pH, Y₁, との関係

第一表 土壌の理化学分析成績

市町村名	地点番号 及び層位	優 不良 の別	試料採 取位置 cm	現地における理化学性 100cc 容中						pH		置換 酸度 (Y ₁)	置換性		有効 りん さん mg/ 100g	
				実容積 V	容積重 g	固相 容積 cc	水分 容積 cc	空気 容積 cc	孔隙率 %	H ₂ O	KCl		CaO mg/ 100g	MgO mg/ 100g		
大三輪	1—I II III	優	12	95.5	128.2	62.3	33.5	4.2	37.7	4.6	4.2	22.7	228.8	37.4	23.0	
			40	88.3	137.9	51.2	37.1	11.7	48.8	4.8	4.3	8.0	240.0	37.0	1.8	
			70	108.0	157.6	67.7	40.3	8.0	32.3	—	4.4	5.0	353.0	56.0	1.8	
	2—I II III	優	10	88.6	115.4	52.0	36.6	11.4	48.0	6.8	6.6	Tr	229.5	36.0	86.2	
			25	86.8	135.1	51.9	34.9	13.2	48.1	4.7	4.1	15.0	170.4	30.4	Tr	
			55	92.2	125.8	48.4	43.8	7.8	51.6	4.9	4.2	2.7	80.0	13.0	Tr	
	3—I II	不良	15	77.0	104.2	40.0	37.0	23.0	60.0	6.1	4.8	3.7	191.1	32.8	92.0	
			45	90.8	145.1	55.8	35.0	9.2	44.2	4.5	3.9	37.5	65.0	7.6	4.0	
	4—I II	不良	5	68.8	103.5	39.8	24.5	35.7	60.2	4.1	3.8	16.7	27.7	3.6	71.6	
			20	78.5	111.5	42.9	37.0	20.1	57.1	4.2	3.7	23.7	37.0	3.6	7.3	
	5—I II	不良	10	59.7	106.6	40.8	18.9	40.3	59.2	4.5	3.9	17.5	25.0	3.0	2.0	
			40	63.2	110.0	42.3	20.9	36.8	57.7	4.7	4.0	15.0	49.0	7.0	Tr	
	天理	1—I II III	優	15	66.5	102.8	39.5	27.0	33.5	60.5	4.7	4.5	Tr	168.8	19.0	76.5
				45	75.9	122.0	46.9	29.0	24.1	53.1	4.7	4.5	8.5	139.5	14.4	11.2
				75	79.9	120.5	47.5	28.5	24.0	52.5	5.2	4.5	Tr	398.0	53.6	27.6
2—I II III		優	10	70.0	104.9	44.0	26.0	30.0	56.0	4.9	4.7	—	—	—	43.5	
			35	79.2	138.4	53.1	26.1	20.8	46.9	5.0	5.0	15.0	249.0	37.4	Tr	
			65	79.1	132.7	51.2	27.9	20.9	48.8	5.0	5.0	1.0	—	—	Tr	
3—I II		不良	10	62.4	101.5	40.4	30.1	29.5	59.6	4.5	4.0	4.1	75.0	8.0	16.0	
			45	82.2	125.9	51.6	25.4	23.0	48.4	4.0	3.8	10.2	40.1	5.2	Tr	
西吉野		1—I II III	優	10	85.3	117.3	45.0	40.3	14.7	55.0	5.2	7.0	Tr	508.6	37.8	31.0
	30			82.4	126.0	48.4	34.3	17.6	51.6	4.9	4.8	12.2	395.0	46.0	1.8	
	55			95.3	133.9	51.5	43.8	4.7	48.5	4.9	4.6	45.0	316.0	34.0	Tr	
	2—I II III	不良	5	79.7	110.6	42.7	37.0	20.3	57.3	6.3	7.2	Tr	257.7	34.0	85.0	
			15	83.3	138.6	52.5	29.8	16.7	46.5	5.2	—	Tr	209.6	29.0	9.8	
			35	—	—	—	—	—	—	4.8	5.0	5.0	260.6	27.6	1.0	
	3—I II III	優	11	82.8	123.8	47.6	35.2	17.2	52.4	6.5	6.2	0.7	210.0	18.0	6.3	
			43	80.4	136.4	52.2	28.2	19.6	47.8	6.4	6.0	0.7	202.0	16.0	2.0	
			51	94.1	141.3	54.4	39.7	5.9	45.6	5.7	5.0	0.7	164.0	16.0	1.0	
	4—I II	不良	10	71.1	106.4	40.9	30.2	28.9	59.1	4.9	4.2	3.9	196.3	42.6	25.0	
			40	84.5	121.7	56.3	27.5	16.2	43.7	4.8	4.0	7.6	132.2	19.8	1.0	
	5—I II	不良	10	78.5	104.8	40.3	38.2	21.5	59.7	4.5	3.8	7.3	258.0	44.8	9.6	
			45	85.1	127.7	49.1	36.0	14.9	50.9	4.5	4.0	4.1	385.0	74.8	1.9	
	6—I II III	不良	4	83.7	130.0	50.0	30.7	19.3	50.0	4.3	3.5	49.0	52.4	8.6	125.0	
			35	87.5	142.7	54.8	32.7	12.5	45.2	4.1	3.5	*45.0	26.8	4.8	9.0	
75			97.5	143.7	55.3	42.2	2.5	44.7	4.0	3.6	86.0	26.6	5.4	2.8		
7—I II	優	6	82.2	106.5	47.6	29.0	23.4	52.3	4.8	4.1	5.9	293.5	39.4	39.0		
		30	87.5	130.2	49.6	40.4	10.0	50.4	4.5	4.0	19.4	176.9	29.6	25.0		

第一表 土壌の理化学分績成績 (つづき)

市町村名	地点番号 及び層位	優 不良 の別	試料採 取位置 cm	現地における理化学性 100cc 容中						pH		置換 酸度 (Y ₁)	置換性		有効 りん さん mg/ 100g	
				実容積 V	容積重 g	固相 容積 cc	水分 容積 cc	空気 容積 cc	孔隙率 %	H ₂ O	KCl		CaO mg/ 100g	MgO mg/ 100g		
	8-I		8	83.5	114.0	42.4	35.5	22.1	57.6	6.2	5.9	0.6	225.0	51.6	41.8	
	II	不良	13	77.6	102.0	50.2	36.3	13.5	49.8	4.1	3.7	24.3	25.2	10.8	2.8	
	III		30	85.9	136.2	54.9	38.0	7.1	45.1	4.0	3.8	52.7	26.3	10.2	6.1	
	9-I		5	78.4	101.5	40.7	34.0	25.3	57.3	5.7	5.4	0.6	187.0	44.2	31.8	
	II	優	10	85.0	112.3	44.4	30.5	25.1	55.6	5.4	4.5	0.8	156.0	39.0	1.9	
	III		28	85.9	120.0	50.1	29.1	20.8	49.9	5.8	4.8	0.6	197.0	19.4	1.9	
	10-I		15	80.6	100.4	44.5	27.6	27.9	55.5	5.5	4.9	2.1	213.0	34.6	32.8	
	II	不良	45	82.8	109.0	49.6	28.9	21.5	50.4	4.0	3.8	42.0	28.0	14.4	3.6	
	III		70	85.5	125.0	57.4	24.4	18.2	42.6	4.0	4.8	44.3	16.5	8.8	4.5	
	明日香	1-I		7	83.1	119.3	45.8	37.3	16.9	54.2	4.3	4.0	17.5	173.8	23.6	25.0
		II	優	28	69.0	88.4	33.8	35.2	31.0	66.2	4.3	3.9	52.5	158.5	10.2	Tr
		III		50	98.7	124.5	47.9	50.8	1.3	51.9	4.4	4.0	43.7	63.0	8.6	Tr
2-I			10	78.7	117.9	45.4	33.5	21.1	54.6	4.5	4.0	33.0	70.0	9.6	29.5	
II		不良	25	90.4	124.4	47.7	42.7	9.6	52.3	4.3	4.0	50.5	31.4	3.6	Tr	
III			50	93.8	102.1	39.2	54.6	6.2	60.8	4.2	3.8	49.0	16.8	Tr	Tr	
3-I			20	79.6	138.2	53.1	26.5	20.4	46.9	4.6	4.0	10.0	28.2	29.6	26.8	
4-I		優	15	73.3	127.6	49.2	24.1	26.7	50.8	4.7	4.0	9.0	216.0	22.0	3.0	
II			35	87.1	144.6	55.8	31.3	12.9	44.2	5.1	4.5	12.5	269.5	35.4	1.8	

水浸pH, KCl pH と優, 不良園との関係は明らかでない。また, Y₁についても同様明らかでない。

(2) 置換性石灰, 苦土含量との関係

この問題については土壌断面形態の項でも述べておいたが, 明らかに相関が認められた。

理化学分析成績(第一表)によれば, 置換性石灰, 苦土含量が夫々100mg, 10mg/100g以下のものと不良園とがよく一致している。すなわち, 下層土の置換性石灰, 苦土が欠乏している園は計9点であって, このうち, 天理-3, 天理-4, 西吉野-6の3点は, 有効土層の深さも50cm以下である。前に述べた考えに従えば, これら3園が不良である直接の要因は有効土層であって, あるいは石灰, 苦土の欠乏ではないかも知れないので, ここではふれない。他の6点については, 次の様な関係がみられた。

大三輪地区の5点のうち, 大三輪-3, -4, -5は共に不良園であるが, これらは土壌断面形態上からは, 他の優良園との間に特別な差異がなく, 阻害要因も見当たらない。ところが置換性石灰, 置換性苦土含量においては明らかに欠乏している。

明日香-2は不良園であるが, 明日香-1の優良

園とくらべて土壌的によく類似し, 土壌断面形態上では, あまり大きな差はみられない。

明日香-2の不良園は前記のとおり園主は熱心な人であるが, 現地における観察では病虫害の被害が甚大で, 恐らく当園の阻害要因は病虫害であろうと推定した程であった。しかし, 置換性石灰, 置換性苦土含量が極端に少なく, 明らかに欠乏しているという事実から考えると, むしろこの化学性の劣悪が, 当園の根本的な阻害要因であろう。すなわち, 当園は, 長年の間, 塩基の補給を怠ってきた欠陥が累積して, かんきつの栄養生理の面にも影響をおよぼす結果となり今日のごとき不良園になったものと推定される。

西吉野-8, -9は, 有効土層が夫々70cm, 60cmでその他土壌断面形態からその不良要因はみだせない。下層の置換性石灰は共にあきらかに欠乏しているが, 置換性苦土含量は含まれる程度である。おそらくこの両園は石灰の極端な欠乏(25.2mg/100g, 28.0mg/100g)によって不良化したものであろうと考えられる。

(3) 有効りん酸量との関係

有効りん酸量（トルオグ法）は園によって相当のひらきがみられる。この多少はかんきつの栄養生理上影響が大きいものと思われるが、われわれの調査では優良、不良園との間に全然相関が認められなかった。

4. 考察ならびに土壌的適地基準の設定

本調査の目的である、かんきつに対する土壌的適地基準の確立、設定のためにはあらゆる角度からの調査検討が必要なのは当然である。

われわれの今回の調査では得られた資料にも限度があり、かつ調査結果を鮮明にするため意識的に調査地点の

条件を単純化して実施した。そのためにおそらく他の重要な問題についての資料及び検討を欠いていることはよく承知しているのであるが、得られた資料の範囲内で一応考察をこころみた。

土壌断面形態のうち構造の発達等理学的性質がすぐれていることは勿論好ましい状態であるが、かんきつ園の優、不良を左右するほどの決定的な要因とはみなせない。

また、傾斜、三相分布、pH、Y₁、有効りん酸等は、今回の調査では直接、優、不良園との関係がないか、又はあきらかでなかった項目であるが、これらに関しても上記同様夫々好ましい状態であれば、かんきつに対して有利

第二表 要因別一覽表

調査地点	母材	断面形態		傾斜	CaO		MgO		
		構造	有効土層 _{cm}		上層	下層	上層	下層	
大三輪 1	優	花崗岩	○	○	15	◎	◎	◎	◎
〃 2	〃	〃	○	○	11	◎	○	◎	◎
〃 3	不	〃	◎	○	15	○	×	◎	×
〃 4	〃	〃	○	○	17	×	×	×	×
〃 5	〃	〃	○	○	20	×	×	×	×
天理 1	優	花崗岩	◎	○	5	○	◎	○	○
〃 2	〃	〃	○	○	17	◎	◎	◎	◎
〃 3	不	供層積	×	38	17	×	×	×	×
〃 4	〃	〃	×	40	17	×	×	×	×
西吉野 1	優	變成岩	◎	○	5	◎	◎	◎	◎
〃 2	不	〃	◎	30	3	◎	◎	◎	◎
〃 3	優	〃	○	50	20	◎	◎	○	○
〃 4	不	〃	◎	80	17	○	○	◎	○
〃 5	〃	〃	×	30	8	◎	◎	◎	◎
〃 6	〃	〃	×	20	23	×	×	×	×
〃 7	優	〃	○	65	31	◎	○	◎	◎
〃 8	不	〃	◎	70	25	◎	×	◎	○
〃 9	優	〃	○	50	25	○	○	◎	◎
〃 10	不	〃	○	60	24	◎	×	◎	○
明日香 1	優	花崗岩	○	○	5	○	○	○	○
〃 2	不	〃	○	○	10	×	×	×	×
〃 3	優	〃	○	50cm岩盤	4	◎	◎	◎	◎
〃 4	〃	〃	×	○	20	◎	◎	○	◎

※ 有効土層 ○……1m以上

置換性石灰

◎……200mg以上

○……100~200mg

×……100mg以下

置換性苦土

◎……25mg以上

○……10~25mg

×……10mg以下

あることは当然であろう。しかし、これ等の項目も、かんきつ園の優、不良を左右するほどの決定的な要因とはみなせない。

有効りん酸量と優、不良園とに何の関係もみられなかったことは多少不可解であるが阪本³³⁾も若木を用いて、りん酸施用区と無りん酸区の樹の生長にほとんど差が認められなかったとし、温州みかんに対するりん酸の効果を明確に把握することは非常にむづかしいと述べている。

有効土層とは、作物の根が、かなり自由に貫入し得ると認められる物理状態の土層を意味するものであるから、優良園においては当然この層が深いということが容易に推定される場所である。事実われわれの調査結果もそうであったし、他の報告でもこの点は認められている。なお、われわれの調査結果によると、すべての優良園は有効土層の深さが50cm以上で、反対に、有効土層が50cm以下のものは、他の条件がどうであろうとすべて不良園であった。これ等の関係は第二表要因別一覧表に示している。このことから、有効土層の深さはかんきつ園の良、不良を左右する決定的な要因の一つであると考え、これに関する土壌的適地基準を次のごとく設定することにした。すなわち、有効土層が50cm以下では、かんきつ園として不適地である。

次に、土壌の化学性については、すでに多数の報告^{34)~38)}があって、それらの内容は、ほぼ、われわれの結果と一致する。すなわちわれわれの結果では下層土の置換性石灰、苦土含量と優、不良園との間にはあきらかに密接な関係が認められた。(第二表、要因別一覧表参照)この関係はさき有効土層の項で述べた関係ほど明確にはいい切れない。しかし、実用的な立場からみて、置換性石灰、苦土含量の基準を夫々100mg/100g、10mg/100gとすると、下層土がこの基準以下のものはほとんど不良園であることを示している。

したがって、石灰、苦土含量もまたかんきつ園の良、不良を左右する最も重要な要因の一つであると考え、これに関する土壌的適地基準を次の様に設定することにした。すなわち、下層土の置換性石灰、置換性苦土含量が、夫々100mg/100g、10mg/100g以下のものは、かんきつ園として不適地である。

さて、かんきつの土壌的適地基準として、以上二つを設定したが、これらの基準は主に樹令30~40年のかんきつを対象とした場合に得られた結果であることを注意しておく必要がある。たとえば、樹令10年のかんきつ園に対してはこの基準は適合しないかも知れない。いいかえれば、10年位までは、樹体がまだ小さくて、ここに設

定した基準以下の範囲で十分な生育をなし得るであろうと推定されるからである。

樹令30~40年のかんきつ園は、成園として最も一般的なものであるから、われわれが、この程度の樹齢を目標にして論じて来た事は、実的にみてほぼ妥当であると考えられる。

なおまた、適地基準は、元来連続した値をとり得る性質を有すると考えられる有効土層の深さ、および置換性石灰、苦土含量を或る値で区切ることによって、設定されたものであるから、いわば一応の目安でしかない。したがって、実際の場においては、弾力性ある活用の仕方が望ましいのである。そうすれば、かんきつの新植地として、土壌的適地か否かを判定する際や、また既成園の不良原因を検討する際にも、これらの適地基準は大いに役立つであろうと考える。

5. 摘 要

かんきつ園の優良園と不良園とについて、土壌学的調査を行なった結果次のことが明らかになった。

- (1) 優良園における土壌の構造、孔隙等の理学的性は不良園に対して幾分まざっている。
- (2) 優良園、不良園と傾斜との間には関係がみられない。
- (3) 三相分布、pH、 Y_1 および有効りん酸との関係はあきらかでなかった。
- (4) 有効土層の深さと優良園、不良園の間には密接な関係がみられた。すなわち優良園は有効土層の深さが50cm以上で、反対に有効土層が50cm以下のものは他の条件がどうであろうとすべて不良園であった。故に有効土層の深さは、かんきつ園の良、不良を左右する決定的な要因の一つであると考え、これに関する土壌的適地基準を次のごとく設定することにした。すなわち、有効土層が50cm以下では、かんきつ園として不適地である。
- (5) 置換性石灰、苦土含量と優良園、不良園の間にも密接な関係がみられた。すなわち置換性石灰、苦土含量の基準を夫々100mg/100g、10mg/100gとすると、下層土がこの基準以下のものはほとんど不良園である。

したがって、石灰、苦土含量もまた、かんきつ園の良、不良を左右する最も重要な要因の一つであると考え、これに関する土壌的適地基準を次のごとく設定することにした。すなわち、下層土の置換性石灰、置換性苦土含量が夫々100mg/100g、10mg/100g以下ではかんきつ園として不適地である。

文 献

- 1) 森田義彦・石原正義 1948. 園学雑 17 : 92
- 2) 森田義彦・石原正義 1948. 園学雑 17 : 188
- 3) 森田義彦・石原正義 1948. 園学雑 17 : 195
- 4) 森田義彦・米山寛一 1949. 園学雑 18 : 155
- 5) 森田義彦・米山寛一 1950. 園学雑 19 : 185
- 6) 森田義彦・小黒英一 1951. 園学雑 20 : 11
- 7) 森田義彦・米山寛一 1956. 園学雑 20 : 73
- 8) 森田義彦・西田光夫 1952. 園学雑 20 : 137
- 9) 森田義彦・西田光夫 1952. 園学雑 20 : 144
- 10) 森田義彦・西田光夫 1952. 園学雑 20 : 153
- 11) 森田義彦・小黒英一・西田光夫 1952. 園学雑 20 : 158 (1952)
- 12) 森田義彦・西田光夫 1953. 園学雑 22 : 6
- 13) 本多昇・深井弘義 1951. 園学雑 20 : 166
- 14) 猪崎政敏・板倉昭 1960. 園学雑 29 : 96
- 15) 森田修二 1939. 土肥誌 13 : 270
- 16) 森田修二 1939. 土肥誌 13 : 306
- 17) 森田修二 1940. 土肥誌 14 : 223
- 18) 森田修二 1940. 土肥誌 14 : 352
- 19) 森田修二 1941. 土肥誌 15 : 51
- 20) 森田修二 1941. 土肥誌 15 : 288
- 21) 森田修二 1941. 土肥誌 15 : 365
- 22) 森田修二・中島美雄 1942. 土肥誌 16 : 95
- 23) 森田修二 1942. 土肥誌 16 : 203
- 24) 森田修二・中島義雄 1942. 土肥誌 16 : 325
- 25) 森田修二 1943. 土肥誌 17 : 291
- 26) 森田修二 1943. 土肥誌 17 : 498
- 27) 森田修二 1944. 土肥誌 18 : 103
- 28) 森田修二 1944. 土肥誌 18 : 165
- 29) 森田修二 1944. 土肥誌 18 : 175
- 30) 森田修二 1944. 土肥誌 19 : 4
- 31) 森田修二 1944. 土肥誌 19 : 6
- 32) 川島緑郎 1939. 土肥誌 13 : 13
- 33) 坂本辰馬 1965. 果樹に関する土壤肥料研究集録 P. 273
- 34) 坂本辰馬 1965. 果樹に関する土壤肥料研究集録 P. 4
- 35) 丹原一寛 1965. 果樹に関する土壤肥料研究集録 P. 9
- 36) 後藤 恭 1965. 果樹に関する土壤肥料研究集録 P. 13
- 37) 前田正男・山本隆一郎・菊地重次・中塚紀行 1965. 果樹に関する土壤肥料研究集録 P. 15
- 38) 関谷宏三 1965. 果樹に関する土壤肥料研究集録 P. 18

Summary

We made clear the differences of soils between good orange orchards and bad ones by agronomical survey.

(1) Good orchards had some advantages in physiological properties (soil structure and chink etc.) of their soils.

(2) Slope of the orchard had no relation to the growth of orange trees.

(3) Three phase ratio, pH, Y_1 and available phosphoric acid had no relation to the growth of orange trees, too.

(4) Depth of available soil layer had a great relation to good orchards and bad ones. Good orchards had depth of available soil layer over fifty centi-meters, and without exception, orchards with depth of available soil layer below fifty centi-meters were not good, regardless of all other conditions.

The available soil layer was most important and decisive to the growth of orange trees. So, we came to a conclusion: available soil layer below fifty centi-meters is not good for the orange orchard.

(5) Contents of exchangeable CaO and MgO had a great relation to good orchards and bad ones, too. Most of the orchards under the level of 100mg/100g of exchangeable CaO and of 10mg/100g of exchangeable MgO in lower layer soils were not good.

The exchangeable CaO and MgO were also important and decisive to the growth of orange trees. So, we came to a conclusion: soil below 100mg/100g of exchangeable CaO and 10mg/100g of exchangeable MgO is not good for the orange orchard.