

熊本県内におけるウンシュウミカンおよび‘不知火’の葉中成分の推移と 土壌の化学性

Changes in Plant Nutrient in the Leaves and Chemical Properties of Soil of Satsuma mandarin and 'Shiranuhi' in Kumamoto Prefecture

峯田絵理・上村浩憲*・榊 英雄

Eri MINEDA, Hironori UEMURA and Hideo SAKAKI

要 約

熊本県内のウンシュウミカンの主産地において1977年から2007年までの31年間、また、‘不知火’の主産地において1991年から2007年までの17年間、葉中無機成分分析を行った。その結果、ウンシュウミカンでは葉中マグネシウム含有率が年々減少傾向にあり、マンガン含有率は増加し過剰傾向であった。‘不知火’では葉中窒素含有率はウンシュウミカンの適正範囲より高く、マンガン含有率は大幅に上回っている地区があった。調査期間中の土壌の化学性は、両品種ともECは適正であるが可給態リン酸と交換性カリウムは過剰気味な園が多い一方で、pHが低く交換性カルシウムと交換性マグネシウムは低い園が多かった。

キーワード：ウンシュウミカン，‘不知火’，葉中成分，マンガン，土壌 pH

I 緒言

1950年代後半にウンシュウミカンの価格が高騰したことから、有望な品目として全国的に生産が奨励された。その結果、ウンシュウミカンの栽培面積は増加し、熊本県内でも同様に栽培面積が拡大した。

一方で1960年頃から県内でウンシュウミカンの異常落葉が発生するようになり、大きな問題となった。この現象は、全国のウンシュウミカン産地でも同様に認められ、後にその原因が土壌の酸性化に伴いウンシュウミカン樹がマンガンを過剰吸収することによる障害の可能性が高いことが報告された^{1) 2) 3)}。この異常落葉は生産性を求めるあまり施肥量が多くなり過ぎ、土壌の化学性や樹体栄養状態の悪化を引き起こしたことが明らかにされている⁴⁾。また、‘川野なつだいだい’（別称：甘夏）の更新用品種として急速に栽培面積を拡大した‘不知火’は、初期に普及されたものはウイロイドの複合感染などにより樹勢が弱く生産が不安定であった。その樹勢強化のために施肥量が増やされ、過剰施肥による根痛みなどで生産性がより低下した産地もあった。

ウンシュウミカンの収量、果実品質には土壌の理化学性や肥料成分の吸収、樹体の栄養状態が大きく関わっていることが報告されている^{5) 6)}。樹体栄養を示す指標としては以前から葉中無機成分分析が栄養診断法として実施されてきた。しかし、生産現場におけるカンキツの樹体栄養診断を長期間に渡って実施した事例は極めて少な

い^{7) 8)}。

そこで、本研究所でもカンキツ類の異常落葉などの生理障害発生防止や生産安定のための基礎資料とするため、1977年から2007年にかけてウンシュウミカン、1991年から‘不知火’も含めて、県内の主産地で葉中無機成分および土壌の化学性の調査を実施したので、その結果を取りまとめ報告する。

本研究を取りまとめるにあたり、1977年から2007年までの間、調査分析に協力された方々に謹んで感謝の意を表する。

II 材料および方法

1. ウンシュウミカンの葉中無機成分含有率の推移

調査には、県内のほぼ100ha以上の栽培面積を有する地域の早生ウンシュウ、普通ウンシュウについて代表的な園および果樹研究所（松橋）の園を選定し、その園の標準的な3～5樹を供試した。1977年から2007年までの31年間、毎年10月上中旬に早生ウンシュウ、普通ウンシュウとも各樹から樹冠赤道面に発生している不着果春梢を東西南北から均等に選び、先端から2～3枚目の春葉を各園で合計60葉ずつ採取した。

2. ‘不知火’の葉中無機成分含有率の推移

調査には、県内主産地の代表的な園および果樹研究所（松橋）の園を選定し、標準的な3～5樹を供試した。1991年から2007年までの17年間、毎年10月上中旬に各樹

*八代地域振興局農業普及・振興課

から樹冠赤道面に発生している不着果春梢を東西南北から均等に選び、先端から2～3枚目の春葉を各園で合計90葉ずつ採取した。

3. 分析方法

ウンシュウミカンおよび‘不知火’とも採取した葉は、いずれも2%酢酸、蒸留水で洗浄した後、風乾、乾燥(60℃)したものを粉砕機で粉末にした。窒素はケルダール法、リンは乾式灰化後塩酸抽出し、バナドモリブデン酸アンモニウム法、カリウム・カルシウム・マグネシウム・マンガンは乾式分解後原子吸光分光光度計(AA-6300, SHIMAZU)を用いて測定した。

4. 調査園の土壌の化学性

両品種の各園とも2002年および2005年に作土層の深さ10cmまでの土壌を採取した。土壌の化学性は、pHおよびECについては土壌懸濁液をガラス電極法で測定、交換性塩基は1N酢酸アンモニウム浸出液を原子吸光分光光度計で分析、可給態リン酸はトルオーグ法により分析を行った。

III 結果

1) 葉中無機成分含有率の推移

早生ウンシュウおよび普通ウンシュウの県内主産地園における10月上中旬の葉中無機成分含量を第1表、第2表に示した。31年間の平均値は早生ウンシュウでは窒素3.09%、リン0.155%、カリウム1.19%、カルシウム3.58%、マグネシウム0.339%で、いずれも適正範囲⁹⁾であったが、マンガンは102ppmであり適正範囲を上回っていた。普通ウンシュウでは窒素3.08%、リン0.164%、カリウム1.21%、カルシウム3.47%、マグネシウム0.316%で、いずれも適正範囲内であったが、マンガンは84.6ppmで早生ウンシュウと同様に適正範囲を上回っていた。各成分の31年間の変動係数は、早生ウンシュウおよび普通ウンシュウとも窒素は5～6%程度と最も小さく、調査期間中比較的安定した値を示していた。次いでリン、カルシウムでは12～15%程度、カリウムは15～17%程度、マグネシウムは19～21%程度であった。マンガンは分析値の変動が40%台で、他の成分と比較して著しく大きかった。

第1表 熊本県内の早生ウンシュウにおける葉中無機成分含有率の平均値(1977年～2007年)

項目	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (ppm)
平均値	3.09	0.155	1.19	3.58	0.339	102
標準偏差(±)	0.16	0.019	0.21	0.55	0.073	48.2
最大値	3.41	0.221	2.11	5.52	0.537	320
最小値	2.34	0.118	0.71	2.39	0.172	19.2
変動係数(CV)	5.3	12.0	17.6	15.4	21.5	47.1

注)調査は1977年から2007年

毎年10月上中旬に各園3～5樹の標準的な樹より東西南北均等に合計60葉採取した

第2表 熊本県内の普通ウンシュウにおける葉中無機成分含有率の平均値(1977年～2007年)

項目	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (ppm)
平均値	3.08	0.164	1.21	3.47	0.316	84.6
標準偏差(±)	0.19	0.020	0.19	0.53	0.060	34.5
最大値	3.68	0.224	1.77	5.12	0.447	236
最小値	2.41	0.131	0.60	1.88	0.196	15.9
変動係数(CV)	6.3	12.0	15.5	15.2	19.1	40.8

注)調査は1977年から2007年

毎年10月上中旬に各園3～5樹の標準的な樹より東西南北均等に合計60葉採取した

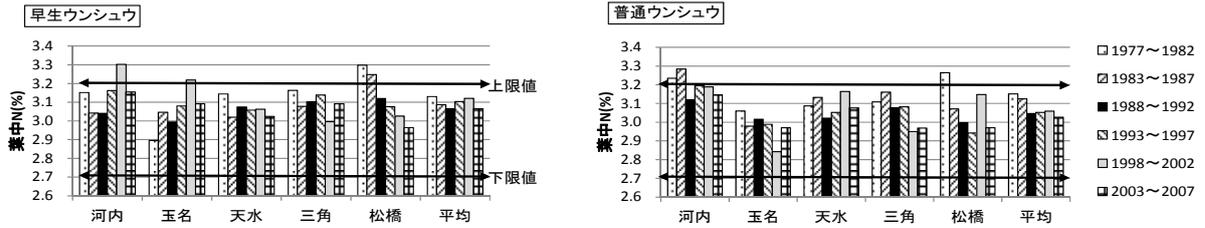
第3表 県内主産地におけるウンシュウミカンの葉中無機成分含有率(5年間の平均値)

調査年次	早生ウンシュウ						普通ウンシュウ					
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Mn ppm
1977～1982	3.13	0.17	1.23	3.65	0.40	77	3.15	0.19	1.26	3.83	0.38	69
1983～1987	3.09	0.15	1.31	3.39	0.38	80	3.12	0.17	1.28	3.51	0.35	67
1988～1992	3.07	0.15	1.16	3.44	0.33	87	3.05	0.16	1.19	3.26	0.32	77
1993～1997	3.10	0.17	1.14	3.51	0.32	103	3.05	0.17	1.14	3.43	0.31	84
1998～2002	3.12	0.15	1.17	3.75	0.32	121	3.06	0.16	1.21	3.41	0.29	89
2003～2007	3.07	0.14	1.12	3.66	0.29	147	3.03	0.14	1.16	3.31	0.25	122
適正範囲	2.70 ～ 3.20	0.10 ～ 0.20	1.00 ～ 2.00	3.00 ～ 5.00	0.27 ～ 0.50	30 ～ 80	2.70 ～ 3.20	0.10 ～ 0.20	1.00 ～ 2.00	3.00 ～ 5.00	0.27 ～ 0.50	30 ～ 80

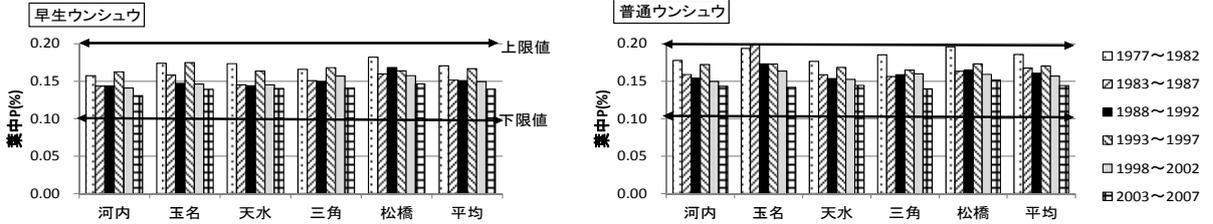
注1)県内主産地(河内、天水、玉名、三角、松橋(果樹研究所))の1977年から2007年までの(5年ごとの平均値)推移

注2)毎年10月上旬から中旬に各園3～5樹を対象として、その樹冠赤道面の不着果春梢から60葉採取した

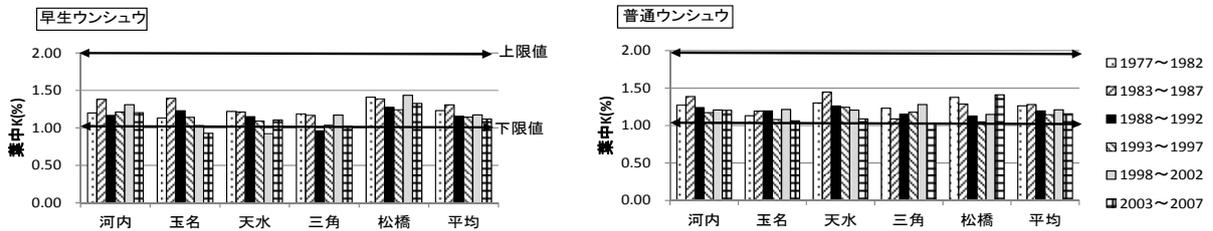
注3)適正範囲:葉分析による果樹の栄養診断基準(1991年版)引用



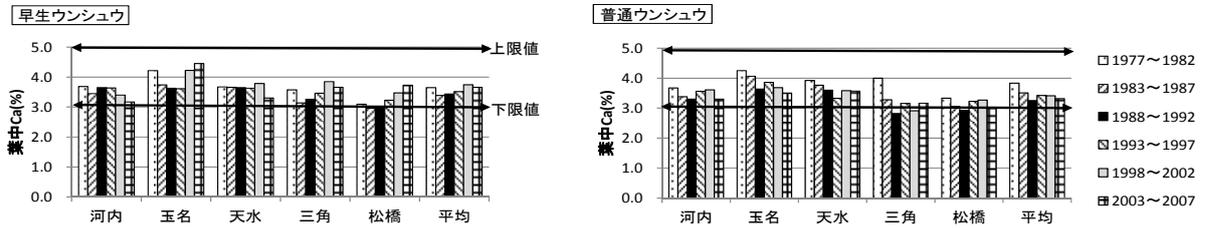
第1図 調査園における葉中窒素含有率の推移
注) 松橋は果樹研究所



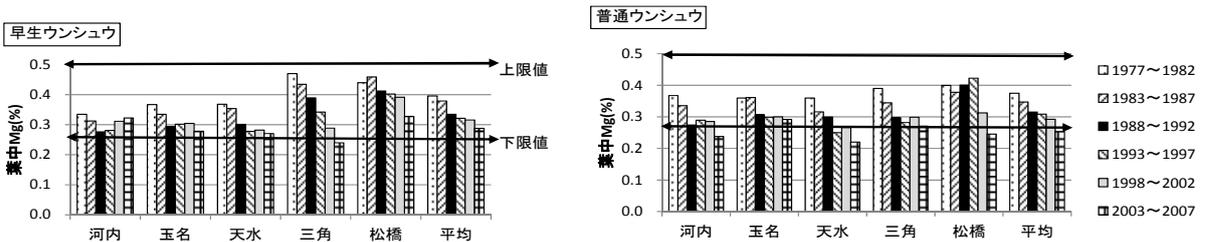
第2図 調査園における葉中リン含有率の推移
注) 松橋は果樹研究所



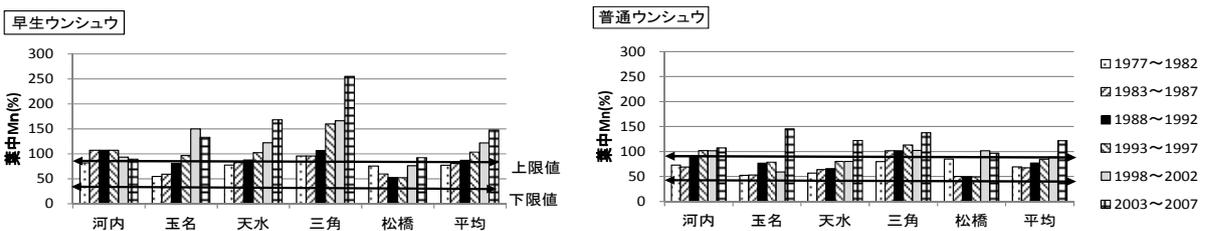
第3図 調査園における葉中カリウム含有率
注) 松橋は果樹研究所



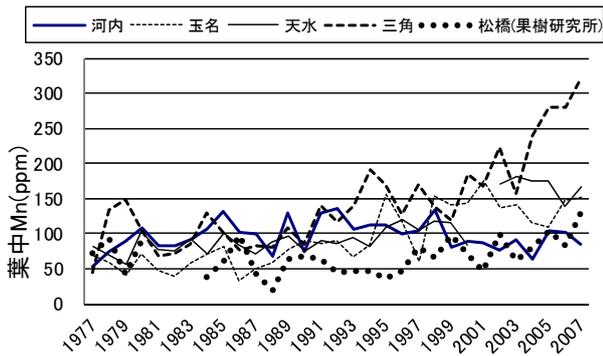
第4図 調査園における葉中カルシウム含有率
注) 松橋は果樹研究所



第5図 調査園における葉中マグネシウム含有率
注) 松橋は果樹研究所



第6図 調査園における葉中マンガン含有率
注) 松橋は果樹研究所



第7図 県内調査園における葉中Mn含有率の推移
(早生ウンシュウ)

県内主産地のウンシュウミカン調査園における葉中無機成分含有率（5年間の平均値）の推移を第3表に示した。調査開始からの5年間で直近の5年間の各成分含有率の平均では、窒素含有率はほとんど変化が見られず、リン、カリウム、カルシウム含有率も増減が少なかった。一方、変動係数が比較的大きかったマグネシウム含有率は、経年的に減少してきており、特に普通ウンシュウでは直近5年間は適正範囲の0.27%を下回った。また、マンガ含有率は、調査開始から5年間で直近の5年間で比

較すると早生ウンシュウで1.9倍、普通ウンシュウで1.8倍と大きく増加しており、いずれも1990年頃から適正範囲を超えていた。

各主産地ごとの葉中無機成分含有率（5年間の平均値）の推移を第1図～第6図に示した。窒素含有率は、いずれの地区の早生ウンシュウおよび普通ウンシュウの調査園とも概ね適正範囲内で推移しており、大きな変動は見られなかった。また、リン、カリウム、カルシウム含有率もほとんど変動がなかった。マグネシウム含有率は、年次を経るに従い減少している調査園が多く、中でも早生ウンシュウでは三角地区の園で特に減少が大きく、2003年頃から適正範囲を下回っており、普通ウンシュウでは2003年頃から河内および天水地区の園で適正範囲を下回った。一方、マンガ含有率は、玉名、天水、三角地区の調査園で増加しており、中でも三角地区の早生ウンシュウ園では2002年に200ppmを超え、2007年には300ppmを上回った（第7図）。

2) 土壌の化学性

ウンシュウミカンの調査園における土壌の化学性を第4表、第5表に示した。土壌のpHは、早生ウンシュウで

第4表 早生ウンシュウの葉分析園における土壌の化学性

地域名	pH(H ₂ O)		EC		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO	
	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005
河内	5.75	6.50	0.30	0.17	266	239	95	120	375	533	55	109
玉名	4.90	4.41	0.12	0.13	115	106	57	96	153	183	14	14
天水	4.55	4.89	0.14	0.11	110	103	52	108	102	235	10	28
三角	4.90	4.57	0.12	0.10	215	97	28	54	122	179	9	13
松橋	5.30	5.60	0.03	0.06	66	79	41	70	228	377	46	60
土壌診断基準	5.5～6.2		0.3以下		100以下		30～50		200～320		30～60	

注) 土壌分析は、葉分析園から10月上～中旬に表層0～10cmを採取し、風乾後分析した
注) 松橋は果樹研究所

第5表 普通ウンシュウの葉分析園における土壌の化学性

地域名	pH(H ₂ O)		EC		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO	
	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005
河内	4.85	5.54	0.21	0.17	142	209	78	134	154	350	20	35
玉名	5.3	5.85	0.14	0.10	313	137	72	117	274	390	29	43
天水	5.3	5.64	0.12	0.10	239	301	77	107	259	379	21	33
三角	5.4	5.35	0.13	0.07	52	53	41	71	146	204	20	21
松橋	4.9	5.41	0.05	0.05	78	68	111	86	177	347	27	48
土壌診断基準	5.5～6.2		0.3以下		100以下		30～50		200～320		30～60	

注) 土壌分析は、葉分析園から10月上～中旬に表層0～10cmを採取し、風乾後分析した
注) 松橋は果樹研究所

第6表 熊本県内における‘不知火’の葉中無機成分含有率の平均値(1977年～2007年)

項目	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (ppm)
平均値	3.30	0.151	1.19	3.22	0.297	174
標準偏差(±)	0.18	0.019	0.22	0.42	0.092	88.1
最大値	3.73	0.211	1.72	4.20	0.631	486
最小値	2.87	0.118	0.84	2.23	0.120	60
変動係数(CV)	5.4	12.3	18.6	13.1	30.9	50.7

注) 調査は1991年から2007年

毎年10月上中旬に各園3～5樹の標準的な樹より東西南北均等に合計90葉採取した

第7表 県内主産地における‘不知火’の葉中無機成分含有率の推移

調査年次	N	P	K	Ca	Mg	Mn
	%	%	%	%	%	ppm
1991～1995	3.29	0.17	1.36	3.08	0.24	199
1996～2000	3.31	0.15	1.13	3.23	0.32	171
2001～2005	3.31	0.14	1.20	3.31	0.30	165
2006～2007	3.26	0.14	1.11	3.13	0.28	177
適正範囲 (ウンシュウミカン)	2.70 ～ 3.20	0.10 ～ 0.20	1.00 ～ 2.00	3.00 ～ 5.00	0.27 ～ 0.50	30 ～ 80

注1) 県内主産地(芦北、有明、不知火、三角、松橋(果樹研究所))の1991年から2007年まで(5年間の平均値)の推移

注2) 毎年10月上旬に各園3～5樹を対象として、その樹冠赤道面の未着果春枝から90葉採取した

は2002年の河内地区の園を除き、ほとんどの園で基準値¹⁰⁾を下回っており、2005年でもほとんどの園が低かった。普通ウンシュウでは2002年にはほとんどの園で基準値よりやや低かったが、2005年には三角地区の園を除き基準値の範囲に改善されていた。ECは両年ともすべての調査園で基準値内にあった。可給態リン酸は、果樹研究所および三角地区の早生ウンシュウ調査園を除きほとんどの園で過剰であり、中でも2005年の天水地区における普通ウンシュウ調査園では301mg/100gと基準値を大きく上回っていた。また、交換性塩基については、カリウムは調査園間のバラツキがみられるものの、早生・普通ウンシュウとも2002年から2005年にかけて増加していた。一方、カルシウム、マグネシウムは基準値より概ね少ない調査園が多かった。

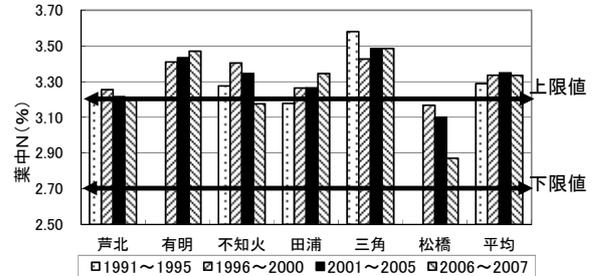
2. ‘不知火’の葉中無機成分含有率の推移と土壌の化学性

1) 葉中無機成分含有率

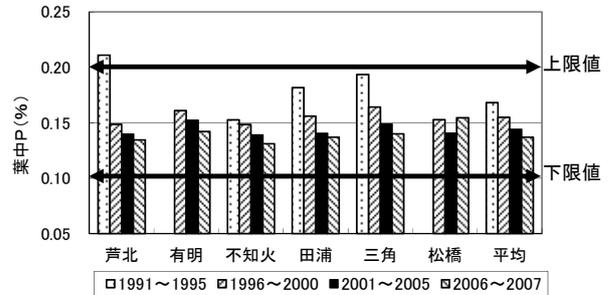
‘不知火’の県内主産地園における10月上旬の葉中無機成分含量を第6表に示した。17年間の平均値は、窒素ではウンシュウミカンの適正範囲より高い3.30%であったが、リン0.151%、カリウム1.19%、カルシウム3.22%、マグネシウム0.297%で、ウンシュウミカンの適正範囲内であった。なお、マンガンは174ppmでウンシュウミカンの適正範囲を大きく上回っていた。各成分の変動係数は、窒素では5%程度と最も小さく、調査期間中比較的安定していた。次いでリン酸、カルシウムは12～13%程度で、カリウム19%程度、マグネシウムは30%程度であった。マンガンは50%程度で著しく大きかった。県内‘不知火’主産地の調査園における葉中無機成分含有率(5年間の平均値)の推移を第7表に示した。調査開始からの5年間と直近の2年間の平均をみると、窒素含有率は3.3%前後でほとんど変化がなかったものの、調査全期間を通じてウンシュウミカンの適正範囲を上回っていた。葉中のリン、カリウム、カルシウムおよびマグネシウム含有率は調査期間中の増減が少なく、ウンシュウミカンの適正

範囲内で推移していた。一方、葉中マンガン含有率は調査開始当初からウンシュウミカンの適正範囲を超える高い値を示していた。

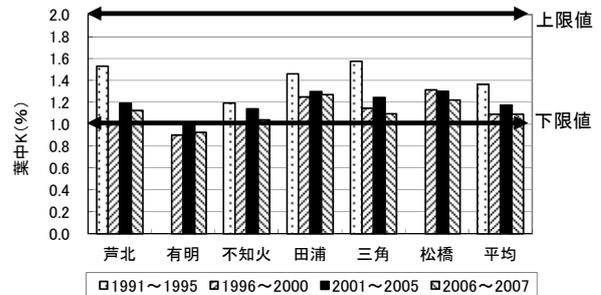
各主産地ごとの葉中無機成分含有率(5年間の平均値)の推移を第8図～第13図に示した。葉中窒素含有率は、果樹研究所を除きいずれの地区ともウンシュウミカンの



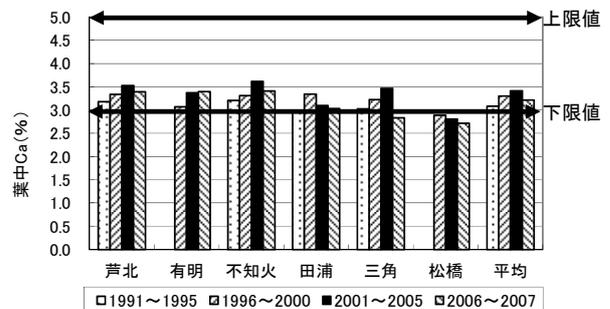
第8図 ‘不知火’調査園における葉中窒素含有率の推移
注) 松橋は果樹研究所



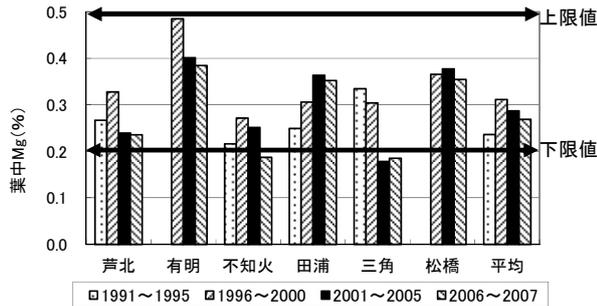
第9図 ‘不知火’調査園における葉中リン含有率の推移
注) 松橋は果樹研究所



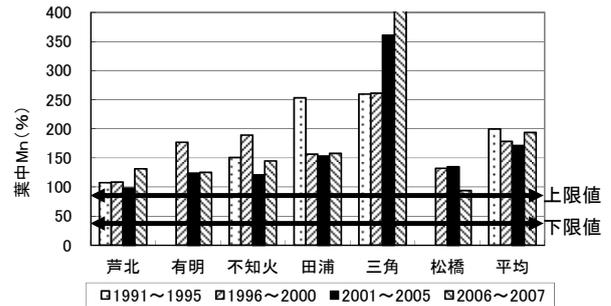
第10図 ‘不知火’調査園における葉中カリウム含有率
注) 松橋は果樹研究所



第11図 ‘不知火’調査園における葉中カルシウム含有率
注) 松橋は果樹研究所



第12図 '不知火' 調査園における葉中マグネシウム含有率の推移
注) 松橋は果樹研究所



第13図 '不知火' 調査園における葉中マンガン含有率の推移
注) 松橋は果樹研究所

第8表 '不知火' の葉中成分調査園における土壌の化学性

地域名	pH(H ₂ O)		EC		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO	
	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005	2002	2005
			ms/cm		mg/100g乾土		mg/100g乾土		mg/100g乾土		mg/100g乾土	
芦北	6.5	6.2	0.16	0.12	105	102	97	93	329	371	30	34
有明	6.0	6.8	0.23	0.18	356	327	82	135	508	772	124	174
不知火	4.9	5.6	0.16	0.13	368	60	65	111	229	321	32	25
田浦	4.9	4.6	0.21	0.25	205	176	102	143	274	319	41	49
三角	4.3	4.2	0.23	0.12	141	90	63	59	96	126	4	9
松橋	5.0	6.9	0.08	0.16	211	97	134	109	226	686	57	124
土壤診断基準	5.5~6.2		0.3以下		20~100		30~50		200~320		30~60	

注) 土壌分析は、葉分析園から10月上~中旬に表層0~10cmを採取し、風乾後分析した
注) 松橋は果樹研究所

適正範囲より高かった。葉中リン含有率は、調査開始5年間の平均値で高い例もあったが、その後は全調査園とも変化が少なく、ウンシュウミカンの適正範囲内で推移していた。葉中のカリウムおよびカルシウム含有率も概ねウンシュウミカンの適正範囲内で、大きな増減なく推移していた。一方、葉中マグネシウム含有率は調査園による差が大きく、田浦地区の調査園は増加しているのに対し、芦北、有明、不知火および三角地区の調査園では減少しており、特に不知火地区の2006年~2007年、三角地区の2001年~2007年の調査ではウンシュウミカンの適正範囲を下回っていた(第12図)。葉中マンガン含有率も調査園による差が大きかったものの、すべての地区においてウンシュウミカンの適正範囲より高かった。中でも三角地区の調査園では、年々増加しており2006年~2007年の調査では400ppmを超える高い値を示した。

2) 土壌の化学性

'不知火' 調査園における土壌の化学性を第8表に示した。pHは調査園ごとにバラつきがあり、2002年では芦北地区の調査園は基準値¹⁰⁾よりやや高かったが、不知火、田浦、三角、果樹研究所の調査園は低かった。2005年には田浦および三角地区の調査園は低かったが、有明および果樹研究所の調査園では基準値よりやや高かった。ECはすべての地区の調査園で基準内にあった。可給態リン酸は、2002年の調査では全調査園とも基準値を上回っていたが、2005年にはいずれも減少しており、有明および

田浦地区の調査園を除きほぼ基準値内であった。一方、交換性カリウムおよびカルシウムは、調査園による含有量の差はあるものの、ほとんどの園で基準値を上回っていた。ただし、三角地区の調査園においては、交換性カルシウムが基準値を下回っていた。交換性マグネシウムは有明地区の調査園と2005年の果樹研究所の調査園を除き、基準より低かった。

IV. 考察

1. ウンシュウミカンの葉中無機成分含有率の推移と土壌の化学性

ウンシュウミカンにおける31年間の葉中成分含有率の平均値は、窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウムは適正範囲にあったが、マンガンは早生ウンシュウでは著しく多く、普通ウンシュウでも多かった(第1表、第2表)。また、窒素は変動係数が小さく、リン、カリウム、カルシウムとも比較的小さかったが、マグネシウムは大きく、マンガンは著しく大きかった(第1表、第2表)。すなわち、調査年次を経るごとに葉中マグネシウムは徐々に少なくなり、葉中マンガンは増加し、特に2003年以降、マグネシウム含量は適正範囲より低下し、マンガン含量は著しく多かった(第3表)。ウンシュウミカンの葉中窒素含有率は窒素施用量の影響を受けるとされているが¹¹⁾、本調査では適正含有率で、しかもほとんど変動がなく(第1表、第2表)、土壌のECも適正範

圃にあったことから、熊本県におけるこの31年間の窒素施肥量の増減はほとんどなく適正であったと言える。葉中マグネシウム含有率は経年的に減少しており(第3表)、土壤中の交換性マグネシウム含量も少なかった(第4表、第5表)ことから、この31年間に土壤のマグネシウム供給量が減少したものと考えられる。一方、土壤中の交換性カリウム含量は全ての調査圃で過剰であったことから(第4表、第5表)、カリウム過剰による拮抗作用などでマグネシウムの吸収が抑制された可能性も示唆された。また、交換性マグネシウム含量が低い調査圃においては、土壤pHが低く、さらに交換性カルシウム含量も低い傾向があった(第4表、第5表)。このことから、県内のほとんどのウンシュウミカン産地において苦土石灰などの施用が少なくなっていることが推察された。ただし、葉中のカルシウム含有率はほとんど変化しておらず(第3表)、土壤中の交換性塩基の減少により葉中カルシウム含量が減少するとして静岡県との報告とは異なる結果となった⁸⁾。これは、土壤中の含有量は基準値よりやや低いものの、樹体への供給不足が生じる段階には達していなかったことが考えられる。すなわち、このままカルシウムの補給が行われなければ、今後、葉中含有率への影響が出てくる可能性もあり得る。また、土壤中の可給態リン酸については基準値を超えている調査圃が多く、リン酸の蓄積が土壤pHを下けている可能性も示唆された(第4表、第5表)。

一般的に土壤pHが低下すると水溶性マンガが増大し、樹体に過剰吸収されてマンガ過剰症が発生する可能性があることは広く知られており¹²⁾、特に1960年代に発生したマンガ過剰症は、過剰施肥による土壤の酸性化が要因であったことが明らかにされている^{1) 2) 3) 4)}。すなわち、本調査における葉中マンガ含量の増加も土壤pHの低下によるものと言える。一方、県内では、1992年から1993年にかけてマンガ過剰と同様の異常落葉が発生したが、これは土壤pHに起因するものではなく、マンガを含有する薬剤の多用が原因であった¹³⁾。その後、マンガ過剰による異常落葉のおそれがある圃では、マンガを含まない殺菌剤を防除体系に組み込み、それに加えマンガを含む葉面散布剤の散布を控え、更に枯枝のせん除等耕種的防除などが推進されている。そのため、本調査における葉中マンガの過剰な含有率は、これまで確認された過剰施肥やマンガを含む薬剤による影響ではなく、土壤へのリン酸の過蓄積や交換性マグネシウム、カルシウムの減少によるpHの低下による可能性が高いと推察された。ウンシュウミカンでは、異常落葉が発現する限界のマンガ含有率は100ppmとされており⁴⁾、熊本県のウンシュウミカン圃ではマンガ過剰による異

常落葉がいつ発生してもおかしくない状況にあり、早急に苦土石灰などの施用で土壤pHを適正にする対策が必要である。また、果樹圃における土壤中の可給態リン酸含量は、1979年から1997年に実施された土壤環境基礎調査(定点調査)でも上昇していることが報告されている¹⁴⁾。それによると土壤中の可給態リン酸含量は、リン酸資材の投入量の傾向と類似しているともされており、本県においても今後リン酸削減の施肥体系の検討が必要である。

2. ‘不知火’の葉中無機成分含有率の推移と土壤の化学性

本調査では、葉中窒素含有率の変動係数が最も小さく増減が少なかった。これは先に述べたウンシュウミカンと同様の傾向である。しかし、葉中窒素含有率ほとんどの調査圃でウンシュウミカンの適正範囲を超えていた。

‘不知火’は結実を始めるとウンシュウミカンよりも樹勢が低下しやすく、しかも根量が少ないことから、産地では生産性を確保するために施肥量を増やす傾向があった。‘不知火’の葉中窒素含有率については、岡島ら¹⁵⁾の施肥量を増やしても窒素含有率がほとんど変化しなかったとの報告はあるものの、杉山ら¹⁶⁾は窒素施肥量を増やすと窒素含有率も増加するとしており、本調査における葉中窒素含有率が高かった要因としては、施肥量あるいは施肥時期などが影響している可能性も考えられた。つまり、‘不知火’は成熟期が遅く年明けに収穫されることから、ウンシュウミカンのように盛夏期から果実の成熟期に窒素を抑制せず、樹勢維持、果実肥大および品質向上のために結実期間を通じて肥切れを起こさないようにしており、本県の施肥基準も年5回施用となっている¹⁷⁾。今回の採葉時期である10月は、9月頃の施肥により、葉中窒素含有率が高くなった可能性も考えられた。つまり‘不知火’など9月に施肥を行う中晩生カンキツの葉中無機成分調査を実施する場合の採葉時期は、施肥の影響が少ない頃に変更する必要性が示唆された。

‘不知火’の葉中無機成分と土壤の化学性は、調査圃によって異なり(第8表、第7～12図)、肥培管理にバラツキがあることが示唆された。しかし、pHが低い圃では、葉中無機成分および土壤の化学性ともウンシュウミカンとほぼ同様の傾向がみられた。ただし、一部の調査圃ではpHが基準値より高く、そのような圃では交換性塩基含量が多いことから、苦土石灰や堆肥などが過剰に投入されている可能性が高いものと考えられた。pHの高い圃では、葉中マンガ含有率はウンシュウミカンの適正範囲を上回ってはいるものの、pHが低い調査圃と比較すると低い傾向にあった。

以上の結果から、県内のウンシュウミカン調査園では土壌中のpHが低く、葉中マンガ含有率が高まっていた。これは、土壌中の交換性カルシウムやマグネシウムの減少やリン酸の過剰蓄積によるものと推察された。また、葉中マグネシウム含有率は減少していたが、これは土壌中の交換性マグネシウムの減少による供給不足や交換性塩基のバランスの悪化で、マグネシウムの吸収が抑制されたものと考えられた。‘不知火’園の土壌においてもpHの低い園では同様の傾向がみられた。葉中マンガ含有率の増加やマグネシウム含有率の減少は、異常落葉の再発やマグネシウム欠乏症の発症など果実生産性が低下するリスクを高めることから、苦土石灰などアルカリ資材の投入並びにリン酸やカリウムを削減した施肥体系の見直しを検討する必要がある。また、‘不知火’の一部で見られたような交換性塩基が過剰気味な園においては、それら成分の過剰症発生や拮抗作用による他成分の吸収阻害が起こる可能性もあるため、施用する有機質資材の見直しなども考慮すべきものと考えられる。今後、カンキツ類の安定生産を継続するためには、定期的な土壌分析によって土壌pHや交換性塩基含量などのバランスを確認し、適切な土壌環境へと改善、あるいは維持することが必要である。

V 引用文献

- 1) 岩本数人(1987) 熊本県果樹試験場特別報告, 1, 1-108.
- 2) 岩本数人・大津量男・内堀弘治・平方康夫・宮崎久哉(1965) 熊本県果樹試験場報告, 2, 45-75.
- 3) 岩本数人・大津量男・内堀弘治・平方康夫・宮崎久

- 哉(1965) 九州農業研究, 28, 187-189.
- 4) 神吉久遠・矢島邦康・浜口克己(1962) 園芸学雑誌, 37, 51-56
- 5) 石原正義(1954) : 「果樹の栄養生理」農文協 pp. 19-83.
- 6) 岡田正道(2004) 園学誌, 73(2), 163-170.
- 7) 杉山泰之(2008) 千葉大学学位申請論文
- 8) 杉山泰之・吉川公規・浜崎櫻・久田秀彦・大城晃(2003) 日本土壌肥料学会誌, 74(2), 215-218.
- 9) 農林水産省果樹試験場編集(1999) 落葉,常緑及び寒冷地果樹課題別研究会試料
- 10) 熊本県土づくり・減農薬運動推進本部(1993) 土壌診断ノート, 25.
- 11) 岩本数人・大津量男・宮崎久哉・平方康夫(1968) 九州農業研究, 30, 165-166
- 12) 矢島邦康・神吉久遠・浜口克己(1963) 九州農業研究, 25, 250-251
- 13) 土田通彦(1994) 熊本県農業の新しい技術, No.242
- 14) 小原洋・中井信(2004) 土肥誌, 75, 59-67.
- 15) 岡島量男・相川博志・長田芳郎・土田通彦・磯田隆晴(1998) 熊本県農業研究セ研報, 7, 77-87
- 16) 杉山泰之・江本勇治・濱崎櫻・鈴木晴夫・大城晃(2008) 園学研, 7(2), 203-208.
- 17) 果樹対策指針 熊本県果樹生産振興対策本部

Summary

Changes in Plant Nutrient in the Leaves and Chemical Properties of Soil of Satsuma mandarin and ‘Shiranuhi’ in Kumamoto Prefecture

Eri MINEDA, Hideo SAKAKI and Hironori UEMURA

Plant nutrient analysis in leaves and soil were conducted for 31 years from 1977 to 2007 in the main production areas of the Satsuma mandarin and for 17 years from 1991 to 2007 in the main production areas of ‘Shiranuhi’ in Kumamoto prefecture.

In the Satsuma mandarin, the Mg content in leaves tended to decrease every year and the Mn content tended to increase and was superfluous tendency. In ‘Shiranuhi’, the N content level in leaves was higher than the normal range of Satsuma mandarin and Mn content level far exceeded. In the chemical properties of soil, EC was the normal range, exchangeable K and available P slightly exceeded in both cultivars. There were low level in exchangeable Ca, exchangeable Mg and pH in many orchards of both cultivars.