

平成28年熊本地震が果樹の生育に及ぼした影響

北園邦弥・宮田良二¹⁾・根角博久²⁾

(2018年3月8日 受理)

要 旨

北園邦弥・宮田良二・根角博久：平成28年熊本地震が果樹の生育に及ぼした影響。九州農研研究資料 95：93-101, 2019.

平成28年に発生した熊本地震により、石垣の崩落や圃場内の地割れ、または地盤沈下の被害があった果樹園における生育や果実品質に及ぼす影響について評価した。石垣が崩落したウンシュウミカン園では、根の露出程度が2割以下の樹では生育への影響は認められなかった。しかし、それ以上に根が露出した場合には、新梢が短く、葉色は淡くなり、果実肥大も抑制される傾向があった。カキ‘太秋’では、地割れや地盤沈下があった甚大被害園において、新梢長が短くなり、果実重が小さかった。加えて、収穫時までには軟化等で落果した果実が増加した。

キーワード：平成28年熊本地震、ウンシュウミカン、カキ、太秋、生育、石垣、地割れ

I. 緒 言

平成28年4月14日に前震、16日に本震が発生した平成28年熊本地震により、金峰山麓に広がる全国有数のウンシュウミカン産地である熊本市の有明海沿岸部の石垣階段園において、大小2,000か所以上の石垣崩落が発生した（熊本市農水局西農業振興課調べ）。また、益城町では震度7の激震が短期間に2回も発生し、当該地域の主力果樹であるカキ‘太秋’園地において、地割れや地盤沈下が発生した。この時期は、ウンシュウミカンやカキでは新梢の伸長期であることから、新梢の生育が阻害されることが予想された。また、その後の生育や果実への影響も懸念された。

果樹における自然災害の被害に関しては、台風¹⁾や寒波⁵⁾などで調査事例が報告されているが、新梢伸長期に発生したこのような大規模な地震被害に対する生育への影響については報告されていない。

そこで、この大地震被災当年における樹体生育や果実生産への影響について、ウンシュウミカンでは石垣の崩落による根の露出、カキ‘太秋’では地割れや地盤沈下という極端な被害状況下における樹体や果実の生育への影響の実態を明らかにするため調査を実施した。

なお、本調査は、農林水産省の平成28年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業の緊急対応研究課題として実施した。

II 材料および方法

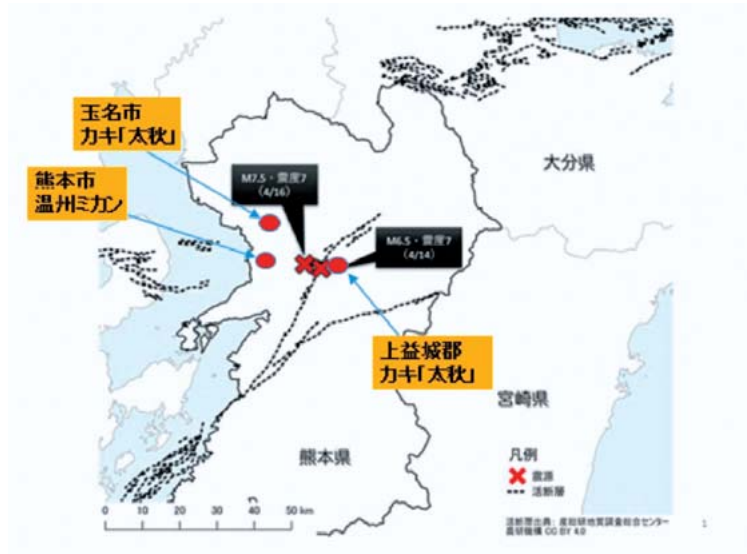
1. ウンシュウミカン

2016年6月6日と8月4日に熊本市西区河内町および松尾町のカンキツ園（第1図）における石垣の崩落状況を確認し、その中から石垣の崩落が顕著であった4か所のウンシュウミカン園地を調査園地に選定した（写真1）。被害調査は、10～12年生の

熊本県農業研究センター果樹研究所：〒869-0524 熊本県宇城市松橋町豊福 2566

1) 熊本県南広域本部

2) 九州沖縄農業研究センター



第1図 調査地点



写真1 ウンシュウミカン産地の被災園の状況(2016年8月4日)



写真2 石垣崩落による根の露出割合が6割の樹の状況(2016年8月4日)

極早生ウンシュウ13樹, 30~50年生の早生ウンシュウ10樹, 30~40年生の普通ウンシュウ4樹に対して実施した。根の露出程度を, 極早生ウンシュウでは, 露出なし, 1~2割, 3~5割, 6~7割(写真2), 早生ウンシュウと普通ウンシュウでは, 露出なし, 1~2割と区分した。なお, 露出なしの樹は, 同一テラスの樹とした。

各調査樹について, 2016年8月18日に, 着果量, 新梢長(新梢), SPAD値を調査した。着果量は, 少(1), やや少(2), 中(3), やや多(4), 多(5)として達観によって評価をした。

新梢長は, 樹の赤道部外周に発生した新梢について, 1樹あたり50本を計測した。SPAD値は, 新梢の中庸の葉から1樹あたり30枚について葉緑素計(コニカミノルタ製, SPAD-502)で測定した。

果実品質については, 収穫期(極早生ウンシュウ: 10月4日, 早生ウンシュウ: 11月2日, 普通ウン

シュウ12月8日)に, 各調査樹の1果重と着色歩合, 果皮色, 糖度, クエン酸濃度を調査した。1果重は, 1樹から平均的な果実30果を採取し平均値で評価した。着色歩合は, 1樹あたり30果について, 無着色を0, 完全着色を10とした11段階の着色割合で評価した。果皮色は, 色彩色差計(コニカミノルタ製, CR-400)を用いて, 収穫期に採取した1樹当たり30果の果頂部付近の着色良好部1箇所を測定した。糖度とクエン酸濃度は, 収穫した果実から平均的な果実8果を選び, それぞれ日園連酸糖度分析装置(堀場製作所製, NH-2000)を用いて測定した。

2. カキ

カキでは, 県内でも地震による揺れが震度7と大きかった上益城郡の‘太秋’を栽培する被害園地において状況を確認し, 地割れが発生した園地および地盤沈下が発生したと考えられる園地を調査園に選定した。また, 震度5と比較的揺れが小さかった玉



a 地割れ発生園の状況



b 地割れ部拡大(幅20cm程度)



c 地盤沈下園(沈下小: 棚高188cm)



d 地盤沈下園(沈下大: 棚高204cm)

写真3 上益城郡内のカキ‘太秋’園の被災状況
(aとb: 2016年11月4日, cとd: 2016年8月3日)

名市の園地2か所も選定した。調査樹は、上益城地域の被災園の場合、園内で地割れや地盤沈下の被害(写真3)が大きかった場所の樹および被害が比較的小さかった場所の樹を各3樹ずつ、玉名地域の場合は直線距離で1km離れた2園について、それぞれの園で3樹ずつ選定した(第1図)。

樹体の調査は、上益城郡の園地を2016年8月3日に、玉名市の園地を8月4日に実施した。1樹につき新梢をランダムに10本ずつ長さを計測し、1樹につき10果ずつ果実にラベリングした。ラベリングした果実は、収穫時(2016年11月2日)に残果数を調査して結実を算出した。果実品質は、ラベリングした果実のうち1樹あたり5果(5果に満たなかった樹については全果)について、一果重、果肉硬度および糖度を調査した。調査の当日、JAの指導員及び園主に管理作業等の聞き取りを行った。

Ⅲ 結果

1. ウンシュウミカン

熊本市の有明海沿岸部の園地において、石垣の崩落は大小2,000か所以上発生し、熊本市の河内町、松尾町を中心とした地域に被害が集中していた。写真1の調査園aは、極早生ウンシュウと早生ウンシュウが植栽されている園地であるが、この地震における崩落被害が最も大きく、広範囲にわたり石垣の崩落がみられた園地である。調査園bは、極早生ウンシュウの園地であり、石垣の一部が崩落していた。調査園cは、早生ウンシュウの園地であるが、石垣の一部が数か所崩落していた。調査園dは、普通ウンシュウの園地であり、崩落した石垣を復旧して

いる園地であった。

調査園aの極早生ウンシュウにおいて、根の露出なし、露出が1割から2割、3割から5割、6割から7割の4区分で樹の生育を比較した結果を第1表に示した。調査樹において、着果量および新梢の長さには有意差は認められなかったが、根の露出割合が高い区分で着果量が多く、新梢は短い傾向があった。SPAD値は、根の露出割合が高いほど低くなる傾向があり、6から7割の根が露出した樹では2割以下の露出程度の樹と比べて有意に低かった。収穫時の1果重は根の露出割合が高いほど小さく、根の露出が2割以下とそれ以上の区分の間で有意な差が認められた。着色歩合は、3割以上の根が露出した区分で高い傾向があった。また、果汁の糖度は根の露出が多いほど高くなる傾向が認められ、クエン酸濃度は6から7割の根の露出区分で高い傾向が認められた。

早生ウンシュウでは、根の露出なし、1から2割露出区分、5割の露出区分で比較した(第2表)。着果量はいずれも3程度で、根の露出の区分間で同程度であった。有意差はないものの、根の露出が多くなるほど新梢が短く、SPAD値は小さかった。また、収穫期の1果重は小さくなる傾向が認められた。収穫期の果皮の色は、1割以上の根の露出区分で、色差計a値およびa/b値が大きく橙色が濃かった。また、根の露出がない区分と比べて、根が1割以上露出した区分では糖度が高かった。

普通ウンシュウでは、根の露出なしと、1から2割の区分で比較した(第3表)。露出なしの区分に比べ、1から2割露出した区分では、SPAD値は小さくなり、収穫時の糖度は高い傾向はあったものの、有意な差は認められなかった。1果重や果皮色の差

第1表 極早生ウンシュウにおける根の露出程度の違いが生育および果実品質に及ぼす影響

根の露出割合	調査樹数	着果量 ^y	新梢長(cm)	SPAD値	収穫期(10/4)の果実品質			
					1果重(g)	着色 ^x 歩合	糖度(°Brix)	クエン酸濃度(%)
露出なし	3	2.8a	9.4a	70.2a	102.7a	3.3a	9.8a	0.87a
1～2割	4	3.0a	7.1a	68.6a	95.6a	2.9a	10.4a	0.83a
3～5割	4	3.6a	6.4a	67.9ab	89.0b	5.0a	11.2a	0.82a
6～7割	2	4.0a	6.6a	60.5b	71.5b	5.6a	12.2a	0.94a

^z Tukey-Kramer法より、同列異符号間に5%水準で有意差があることを示す

^y 着果量は少(1)、やや少(2)、中(3)、やや多(4)、多(5)で達観調査

^x 着色歩合は着色なし(0)から完全着色(10)の11段階で達観調査

第2表 早生ウンシュウにおける根の露出程度の違いが生育および果実品質に及ぼす影響

根の露出割合	調査樹数	着果量 ^y	新梢長 (cm)	SPAD 値	収穫期 (11/2) の果実品質					
					1果重 (g)	着色 ^x 歩合	果皮色		糖度 (°Brix)	クエン酸濃度 (%)
							a 値	a/b 値		
露出なし	5	3.0a	8.3a	70.2a	125.5a	8.2a	19.9a	0.28a	10.8a	0.94a
1～2割	5	2.8a	7.2a	69.8a	111.2a	9.3a	22.7b	0.32b	12.2b	0.85a
5割	1	3.0a	6.2a	59.9a	106.9a	9.2a	22.2ab	0.30ab	11.9ab	0.81a

z Tukey-Kramer 法より、同列異符号間に5%水準で有意差があることを示す

y 着果量は少 (1)、やや少 (2)、中 (3)、やや多 (4)、多 (5) で達観調査

x 着色歩合は着色なし (0) から完全着色 (10) の11段階で達観調査

第3表 普通ウンシュウにおける根の露出程度の違いが生育および果実品質に及ぼす影響

根の露出割合	調査樹数	着果量 ^y	新梢長 (cm)	SPAD 値	収穫期 (12/8) の果実品質					
					1果重 (g)	着色 ^x 歩合	果皮色		糖度 (°Brix)	クエン酸濃度 (%)
							a 値	a/b 値		
露出なし	2	4.0a	9.4a	74.1a	147.7a	10.0a	24.4a	0.36a	10.6a	0.99a
1～2割	2	3.5a	9.8a	71.0a	144.6a	10.0a	24.8a	0.37a	11.1a	0.97a

z Tukey-Kramer 法より、同列異符号間に5%水準で有意差があることを示す

y 着果量は少 (1)、やや少 (2)、中 (3)、やや多 (4)、多 (5) で達観調査

x 着色歩合は着色なし (0) から完全着色 (10) の11段階で達観調査

第4表 カキ‘太秋’における生育および果実品質に及ぼす影響

園地区分	樹区分	新梢長 (cm)	果実 ^x 結実率 (%)	果実品質							
				果実重 (g)	硬度 (lbs)	糖度 (°Brix)					
地割れ発生園 (上益城1)	地割れ隣接樹	30.3	a ^z	40.0	a ^y	239	a ^z	1.1	a ^z	18.3	a ^z
	地割れ非隣接樹	35.3	b	40.0	a	319	b	1.2	ab	14.9	c
地盤沈下園 (上益城1)	沈下大	34.0	ab	63.3	a	348	bc	1.3	ab	16.9	ab
	沈下小	40.7	c	66.7	a	318	b	1.2	ab	15.7	bc
健全園1 (玉名)		46.6	d	93.3	b	391	cd	1.3	ab	16.7	ab
健全園2 (玉名)		44.1	cd	90.0	b	414	d	1.4	b	17.5	a

z Tukey 法より、同列異符号間に5%水準で有意差があることを示す

y Ryan 法より、同列異符号間に5%水準で有意差があることを示す

x 果実結実率は調査区毎に予め10果ずつ3反復ラベリング(8/3～8/4)し、収穫時に落果等せず収穫可能であった果実の割合

はほとんどみられなかった。

2. カキ

上益城郡における調査対象とした被災カキ園の状況を写真3に示した。調査園はいずれも栽培を行っているカキ‘太秋’園であった。園地の1つには、園内に幅20cm程度の地割れが明確に発生していた(写真3a,3b:地割れ発生園)もう一つの園地は、地面と棚面との間の距離が震災前よりも長くなったことから(写真3c, 3d),地盤沈下したものと考えら

れた。園主からの聞き取りにより、震災前の棚面の高さが180cm程度と考えられたため、地盤沈下の程度は場所により20cm以上の沈下があったと推定された。震度5程度の揺れであった玉名市の調査園地については、このような園地の外観上の被害は認められなかった。そのような被災園における生育調査結果を第4表に示した。

地震災害が最も大きかった上益城郡の地割れ発生園において、地割れに隣接した樹は、地割れに隣接

していない樹に比べ、新梢長が短かく、収穫時の果実が小さく、糖度は高くなった。地盤沈下園の沈下程度が20cm程度と大きな場所の樹は、沈下程度が10cm程度と小さい場所の樹と比較すると、新梢長が短かかった。

上益城郡の園地の樹は玉名市の園地の樹を比較すると、地割れ発生園、地盤沈下園とも新春梢が短く、収穫時の果実が小さくなる傾向があった。特に、地

割れ発生園の地割れ隣接樹で新梢伸長量が短かかった。

収穫まで落果や軟化せずに残存していた果実は、対照の玉名市では両園ともに90%を超えていたが、被害のあった上益城郡の地割れ発生園では約40%、地盤沈下園では約60%であった。上益城郡の園では、玉名市の園と比べて収穫までに落果および樹上で軟化する果実が多く観察された(写真4)。



a 地割れ発生園隣接樹



b 玉名市の対照園

写真4 カキ‘太秋’の地割れ発生園と対照園における軟化果実の発生状況
(2016年11月4日)

第5表 大地震によるカキおよびカンキツ樹園地の被害とその生育への影響のまとめ

調査地点	品目	品種等	地震被害		生育への影響		
			種類	程度	確認された生育阻害等	その他	
熊本市	ウンシュウミカン	極早生 ウンシュウ	石垣の崩落	根の露出	無	無(対照)	
				根の露出	1~2割	無	
				根の露出	3~5割	果実肥大	
				根の露出	6~7割	葉色・果実肥大	
熊本市	ウンシュウミカン	早生 ウンシュウ	石垣の崩落	根の露出	無	無	
				根の露出	1~2割	無	果皮の赤み、糖度向上
				根の露出	5割	葉色が淡く、新梢長	
熊本市	ウンシュウミカン	普通 ウンシュウ	石垣の崩落	根の露出	無	無	10.4a
				根の露出	1~2割	無	
玉名市		太秋	地割れ・地盤沈下なし			無(対照)	11.2a
上益城郡	カキ	太秋	地割れ発生園	隣接樹	新梢の抑制、果実肥大の抑制、落果	収穫前果実軟化	
			地割れ発生園	非隣接樹	新梢の抑制、果実肥大の抑制、落果	収穫前果実軟化	
			地盤沈下	大	新梢の抑制、落果	収穫前果実軟化	
			地盤沈下	少	果実肥大の抑制、落果	収穫前果実軟化	

Ⅳ 考察

調査結果に基づき、震災による果樹園への被害の種類と程度とそれによる生育影響の有無を第5表にとりまとめた。

1. ウンシュウミカン

ウンシュウミカンでは、根の露出割合が大きいほど、新梢長は短くなり、葉色は淡く、果実肥大は抑制される傾向が認められた。また、極早生ウンシュウ、早生ウンシュウ、普通ウンシュウともに、根の露出程度が2割以下の樹への影響は少なかった。一方、根の露出が大きいほど果実着色は良好になり、果実の糖度は高くなる傾向がみられた（第5表）。ウンシュウミカンの品質向上対策として、油圧ショベルに取り付けたナイフ状の段根刃で、4月下旬から5月上旬に断根を行うことで、糖度が向上することが報告されている³⁾。地震で石垣が崩壊し根が露出したウンシュウミカン樹では、根が切断されたことに加えて地表に露出することによって、根からの養水分の吸収低下と併せて、根域の土壌が乾きやすくなり、樹の生育が抑制されたため、断根と同様に果実の糖度が向上したと推察された。しかし、根の露出割合が大きいと、糖度は高くなるものの樹勢低下により小玉果が多くなることも示唆された。

葉色については、極早生ウンシュウで根の露出割合が6から7割の区分では、葉色が明らかに淡くなっており、根の露出による影響が大きかったと考えられた。しかし、これら根の露出が5割を超える樹のほとんどは、石垣の修復時に抜根されてなくなっていたことから、その影響もあったかもしれない。

本調査では、4月中旬の地震によって石垣が崩落し根が露出した場合、根の露出が2割以下の場合、生育にほとんど影響がないこと、根の露出が3割を超えると新梢が短くなったり、葉色が淡くなったり、果実肥大が抑制されるなど、樹勢がやや低下する傾向が懸念されることが示された。今後、類似の災害があった場合の対応の参考となるものと考えられる。

石垣の崩落後に現地でとられた対応としては、写真1dのように、道路の側面が崩落した場所では、さらなる崩落を防ぐためにブルーシートで覆った園地が点々とみられた。

被覆されたブルーシートの内側は、遮光されてい

るとともに湿り気があったことから、根の乾燥防止に有効と考えられた。崩落した石垣はすぐには復旧できないことから、復旧までの期間は、ブルーシート等により崩落部分を被覆することによって、さらなる被害拡大を防ぐとともに、露出した根の乾燥防止対策としても有効と考えられる。

2. カキ

調査園は、いずれも平棚栽培を行っているカキ‘太秋’園であり、いずれも前年まで収量、品質ともに地域の平均以上の果実を生産している園地を選定した。上益城郡のカキ園では、地震の影響で摘蕾、摘果作業が遅れたが、その後は通常と変わらない作業が実施できた。このような状況下で、上益城郡の園地が玉名市に比べ新梢長が短く、収穫時までには軟化等で落果した果実が多く、一果重も小さかった。地震による揺れが最も大きかった上益城郡の園地では、土壌表面に亀裂が入っていた付近の樹以外の樹や、地盤沈下した園地の樹においても共通した結果となった。その原因として、地震の揺れが大きかったことから、土壌表面に亀裂が発生していなかった場所においても、根へのダメージがあったものと推定でき、根からの養水分の吸収が阻害されたため、新梢の伸長が抑制されたと考えられる。

一般に、カキの樹上軟化は、気象や土壌条件、および樹体や果実へのストレスなどによって、果実内でのエチレン生成量が収穫前に異常に高まるために発生すると言われている⁴⁾。カキ‘西条’では、8月の高温時に降雨が少ないと土壌乾燥により水分ストレスが生じ、樹上軟化の一因になる²⁾とされている。地震が発生した2016年は、7月下旬から8月にかけて猛暑日が多く降雨も少なかった。このため、土壌が乾燥した状態が続いたことも影響し、乾燥ストレスによりエチレンが発生し夏季以降の果実軟化等が増加したものと思われる。

Ⅴ 引用文献

- 九州農業試験研究推進会議果樹推進部会（1993）果樹の台風及び降灰に関する調査・研究集録 :1-228.
- 梅野康行・持田圭介・倉橋孝夫・竹下修・板村裕之（2009）カキ‘西条’における樹上軟化発生率の年次変動とマンガン含量の関係. 園芸学研究

- 8 (3) :297-302.
- 3) 永田浩久・荒牧貞幸・井出勉 (2011) 断根刃を利用したウンシュウミカンの果実品質向上効果. 第74回九州沖縄農業研究発表要旨：169.
- 4) 農文協 (2005) 農業技術体系果樹編 (4) カキ, 140 の 41-42, 追録第 20 号.
- 5) 濱島朗子・岩田浩二・内野浩二・久木田等・熊本修 (2016) 第 24 回園芸学会九州支部研究集録：31.

Effects of Ground Damages Due to the 2016 Kumamoto Earthquake on the Growth of Fruit Plants

Kuniya KITAZONO, Ryoji MIYATA¹⁾ and Hirohisa NESUMI²⁾

Summary

We evaluated the effects of the immense damages due to the Kumamoto earthquake generated in April, 2016, such as collapse of stone walls, cracks, and subsidence, on the growth and fruit quality of fruit trees, e.g., Satsuma mandarins and persimmons. In the Satsuma mandarin orchards where the stone wall collapsed, with regard to the influence on growth, we did not observe a change with less than 20% degree of exposure of the roots. However, the spring shoots were short, the leaf color became light, and the fruit size tended to become small when the tree roots were further exposed. In the Japanese persimmon “Taishuu,” the shoots became shorter, and many fruits in the seriously damage orchards, which included cracks and subsidence, were observed to fall down before harvest time because of softening.

Keywords: 2016 Kumamoto earthquake, Satsuma mandarin, persimmon, Taishuu, stone wall, cracks