

カンキツの潮風害とその回復対策(1)

誌名	果樹試験場報告 = Bulletin of the Fruit Tree Research Station
ISSN	09165851
著者	緒方, 達志 高辻, 豊二 村松, 昇
巻/号	28号
掲載ページ	p. 51-59
発行年月	1995年3月

カンキツの潮風害とその回復対策
第1報 潮風害が果実, 細根, 翌年の生長に及ぼす影響と
落葉後に発生した秋葉の耐凍性^{†1}

緒方達志・高辻豊二^{†2}・村松 昇

果樹試験場口之津支場
859-25 長崎県南高来郡口之津町

Damage Caused by Briny Wind and Measures of Control in Citrus
I. Effect of Briny Wind Damage on the Fruit Quality,
Rootlets and Following Spring Growth, and Freezing Resistance of Fall
Shoots Developed After Defoliation

Tatsushi OGATA, Toyoji TAKATSUJI and Noboru MURAMATSU

Kuchinotsu Branch, Fruit Tree Research Station
Kuchinotsu, Nagasaki 859-25, Japan

Synopsis

The purpose of this study was to analyze the effect on citrus trees of briny wind damage caused by typhoons in September 1991, in order to develop measures of control. Trees with extensive defoliation produced fruits with lower Brix value and poor rind color. The higher the defoliation rate, the lower the respiratory rate of the remaining rootlets. In the following spring, the respiratory rate of the remaining rootlets of injured trees increased, but it was still lower than that of healthy trees. The spring leaves on the injured trees were as resistant to freezing as they on healthy trees. However the freezing resistance of the fall leaves developed after defoliation was lower than that of

†1 果樹試業績番号 : D-119(1995年1月4日受付)

†2 現 果樹試験場栽培部 305 茨城県つくば市

spring leaves. In satsuma mandarin, the freezing injury of the fall leaves occurred at a temperature below -4°C . In other citrus varieties, freezing injury occurred at a temperature below -4°C in the case of poor greening while below -5°C in the case of good greening. Trees with severe defoliation produced fewer flowers and a larger number of shoots in the following spring. The fall shoots developed after defoliation formed a large number of spring shoots.

Key words: briny wind damage, defoliation, root respiration, freezing resistance, citrus

緒 言

我が国には台風の来襲が多く、果樹を含む農作物はその都度大きな被害を受けてきた。台風による果樹の被害には強風による樹体の倒伏、枝の折損、落果、果実の風傷、潮風害等があり、その中でも潮風害は特に被害が著しく、その影響が数年に及ぶうえ、カンキツでは樹体枯死が発生することもある。

1991年9月の台風17号(14日)及び19号(27日)では各種農作物に甚大な潮風害が発生した。カンキツにおいても被害は九州及び瀬戸内地方の広い地域にわたり、かつてないほどであった。

潮風害の被害調査は、大きな被害が出るたびに行われてきており、果樹関係だけでも内田(1919)、農商務省農事試験場園芸部(1919)、河原(1941)、田中(1953)、山口農試(1954)、立川(1956)、東海近畿農試(1961)、農林省(1969)、小中原ら(1983)など数多くある。これらの報告により、潮風害の落葉に対する抵抗性の品種間差や被害が発生しやすい立地などの発生条件及び潮風害の発生状況についてかなり明らかにされている。また、潮風害発生の限界塩分付着量や潮風直後の大量の清水散布の被害回避に対する効果なども明らかにされている(飯久保・西田 1959、小笠原 1971、中川ら 1980)。しかし、そのような回避策をとれず潮風害が発生した場合の回復対策については、完全な再現試験が困難であり、大規模な試験は実際の潮風害発生時に限られることなどの障害があるうえ、台風後に試験を行ったとの記録があるもののその成績がまとめられていないこともあり(内田 1918、農林省 1969)、情報が極めて少なく断片的である(高橋 1958、小笠原 1971、野呂 1956、村松ら 1994)。さらに、台風の来襲時期、品種、栽培状況、潮風害程度等の条件が異なると結果が違ふことも考えられる。実際、摘果の是非では、是とするもの(小笠原 1971、村松 1994)と非とするもの(高橋 1958)がある。そのため、今回の潮風害では、対策が確立していない落葉後の施肥や摘果の是非などについて意見の分れることもあった。

これらのことから、潮風害発生時の回復対策を確立するためには、今後も回復試験の情報を積み重ねていくことが必要と考えられる。そこで、潮風害対策の基礎資料を得るために、果樹試験場口之津支場内における潮風害樹を用いて種々の調査及び試験を行った。本報では、それらのうち潮風害の被害状況及びその後の樹体の変化の調査結果を報告する。

材料及び方法

1. 果実品質

地形や防風樹等の関係で潮風害程度にかなりの差が生じていた当支場内の21年生‘シルバーヒル’(*Citrus unshiu* Marc.)16樹を供試し、1991年10月30日に落葉程度を0(落葉率0%)~5(同100%),新梢発生程度を0(新梢発生無)~5(同多)で達観調査をそれぞれ2回ずつ行い、平均値をその樹の値とした。1991年12月6日に全果実を収穫し、1樹あたり10果ずつ糖度、酸含量及び果皮色を調査した。糖度及び酸含量の測定は酸糖度自動分析計(HORIBA製NH-1000)で、果皮色の測定は測色色差計(日本電色工業製 ND 1001DP)で行った。

2. 細根の被害

当支場内の28年生‘川野なつだいたい’(*C. natsudaidai* Hayata), 16年生‘森田ネーブル’(*C. sinensis* Osbeck var. *brasiliensis* Tanaka), 21年生‘シルバーヒル’, 高接ぎ9年生‘今村温州’(*C. unshiu* Marc.), 21年生‘林温州’(*C. unshiu* Marc.)及び21年生‘興津早生’(*C. unshiu* Marc. var. *praecox* Tanaka)を供試し、1991年10月下旬から11月上旬にかけて落葉程度別にそれぞれ被害樹の細根を採取し、呼吸活性を酸素電極法(小野ら 1982)により25℃下で測定した。また、潮風害をほとんど受けなかった長崎県果樹試験場(大村市)の‘川野なつだいたい’樹から細根を採取し比較対照とした。16年生‘吉田ネーブル’(*C. sinensis* Osbeck var. *brasiliensis* Tanaka)について落葉程度別に同活性を経時的に測定した。

3. 葉の耐凍性

第4表に示した8品種について1品種当たり2~4樹を供試した。12月下旬~1月下旬にかけて2~4回、やや葉色の薄い秋梢及び濃い秋梢を1樹につき2~3本ずつ採取してMINOLTA SPAD-502でSPAD値を測定し、葉色の濃淡値とした。直ちに、葉面の過冷却を防ぐため霧吹きで軽く散水してからポリ袋に入れて低温処理を行った。温度の昇降は2℃/hrで行い、第4表に示した最低温度に3時間保持したのち常温に戻した。葉を直径12mmのリーフパンチで12枚切り取り、25℃の蒸留水18ml中で24時間浸漬後に電気伝導度を測定し、煮沸、冷却後再度電気伝導度を測定した。煮沸前電気伝導度/煮沸後電気伝導度を被害指数とした(高辻・石原 1980)。

4. 翌年の着花及び春梢発生

潮風害で落葉した16年生‘吉田ネーブル’22本を供試した。1992年4月16日に各樹の落葉程度、秋梢発生程度及び着花程度を0(無)~5(多)でそれぞれ2回ずつ達観調査し、平均値をその樹の値とした。1992年5月18日に春梢発生程度を同様の方法で調査した。

結 果

1. 果実品質

落葉と果実品質との関係を第1表に示した。被害樹では落葉及び秋梢発生が多いほど果実品質の

低下が著しかった。すなわち、落葉程度と糖度との関係は $r = -0.811$ 、秋梢発生程度と糖度との関係では $r = -0.834$ と高い負の相関があり、落葉及び秋梢発生が多いほど糖度が低かった。一方、潮風害と果実の酸含量との関係は明らかでなかった。果皮色は落葉程度との関係が大きく、特に着色不良部の果皮色は落葉程度との間に高い負の相関がみられた。また、着色良好部の a 値及び a / b 値も落葉程度と負の相関が高かった。すなわち、落葉が多いほど赤みが少なく果皮色が劣った。

表 1 表 落葉程度と果実品質との関係（‘シルバーヒル’）

項目	糖度	酸含量	果皮色良好部				果皮色不良部			
			L	a	b	a/b	L	a	b	a/b
落葉程度	-0.811	-0.473	-0.192	-0.673	-0.145	-0.770	-0.696	-0.772	-0.733	-0.770
有意性 ^z	***	NS	NS	**	NS	***	***	***	***	***

数値は項目間の相関係数 (n=16)。

^z ** ,***:それぞれ1%,0.1%水準で有意。

2. 細根の被害

第 2 表に潮風害の被害程度と細根の呼吸活性との関係を示した。細根の呼吸活性は落葉が多い樹ほど低かった。

‘吉田ネーブル’における落葉程度別の細根の呼吸活性の推移を第 3 表に示した。細根の呼吸活性は、落葉少樹では調査期間中ほぼ一定で高い水準にあった。落葉中樹では10月下旬には落葉少樹の半分以下であったが、11月下旬には落葉少樹の70%程度になり、その後の変化は小さかった。落葉多樹では10月下旬には落葉少樹の半分程度で、11月下旬にはさらに低くなっていた。しかし、2月下旬には高くなり、観察でも細根の状態がそれ以前よりも良好になっていることが認められた。

第 2 表 潮風害樹の細根呼吸活性（被害約 1 か月後）

品 種	落 葉 程 度 ^z			
	無	少	中	多
森田ネーブル	-	10.6 ^y	-	3.4
川野なつだいだい	14.2 ^x	-	6.3	3.2
シルバーヒル	-	-	5.6	-
今村温州	-	-	5.3	-
林温州	-	11.2	5.0	-
興津早生	-	-	8.8	-

^z 落葉程度少：10~20%，中：40~60%，多：80%以上落葉。

^y 単位：O₂ μmol/g/hr.

^x 長崎県果樹試験場（大村市）の樹。

第3表 潮風害樹の細根呼吸活性の推移（‘吉田ネーブル’）

落葉程度 ^z	10/30/1991	11/26	2/28/1992
多	7.6 ^y	5.9	12.4
中	7.0	10.3	10.8
少	15.1	14.1	15.3

^z 落葉程度少：10～20%，中：40～60%，多：80%以上落葉。

^y 単位 O₂ μmol/g/hr.

第4表 潮風害樹の葉に対する低温処理の影響

品 種	種類 ^z	葉色 ^y	被 害 指 数						
			無処理	-2	-3	-4	-5	-6	-7°C
シルバーヒル	秋葉 I	20	85.3	81.7	86.2	81.1	93.9	95.2	95.7
	秋葉 II	32	62.6	39.4	71.2	62.6	68.9	88.5	86.2
	春葉	77	11.8	14.9	13.4	19.6	8.4	16.8	13.8
今村温州	秋葉 I	22	88.0	84.7	79.4	91.1	90.0	96.0	96.1
	秋葉 II	33	77.5	72.2	69.4	86.8	86.4	88.3	92.6
	春葉	77	16.8	8.9	10.1	10.5	10.6	11.5	12.6
ハッサク	秋葉 I	35	18.5	15.6	21.3	23.5	57.7	46.9	51.7
	秋葉 II	55	13.3	13.2	13.2	17.4	23.4	27.0	46.7
	春葉	75	18.7	21.2	28.6	22.8	11.1	12.3	16.5
川野なつだいたい	秋葉 I	35	32.9	40.0	30.8	28.9	33.0	60.1	93.0
	秋葉 II	55	15.1	12.4	17.7	17.7	21.8	48.9	70.9
	春葉	78	12.6	13.4	15.6	10.2	11.1	12.9	14.7
吉田ネーブル	秋葉 I	30	27.2	39.4	47.9	41.0	40.3	70.5	88.5
	秋葉 II	50	18.7	19.3	26.2	26.3	24.0	58.8	64.1
	春葉	78	10.1	10.0	14.1	13.0	11.7	11.5	14.2
宮内伊予柑	秋葉 I	28	29.3	25.9	36.9	35.4	39.9	58.7	84.7
	秋葉 II	39	16.6	17.0	19.1	15.9	24.2	38.6	81.9
	春葉	80	14.0	26.0	24.5	35.1	12.4	14.3	15.8
吉田ポンカン	秋葉 I	33	44.4	40.3	43.4	40.5	40.2	51.8	73.9
	秋葉 II	45	24.5	—	24.9	24.5	24.3	37.6	—
	春葉	68	9.3	10.5	10.1	8.1	10.4	17.6	14.5
清見	秋葉 I	30	18.8	29.0	22.9	32.8	23.0	68.2	97.2
	秋葉 II	38	17.0	17.6	16.2	18.0	21.5	50.2	72.7

^z 秋葉 I 葉色の薄いもの，秋葉 II 葉色の濃いもの。

^y 処理葉の平均（葉緑素計 MINOLTA SPAD-502による測定値）。

3. 葉の耐凍性

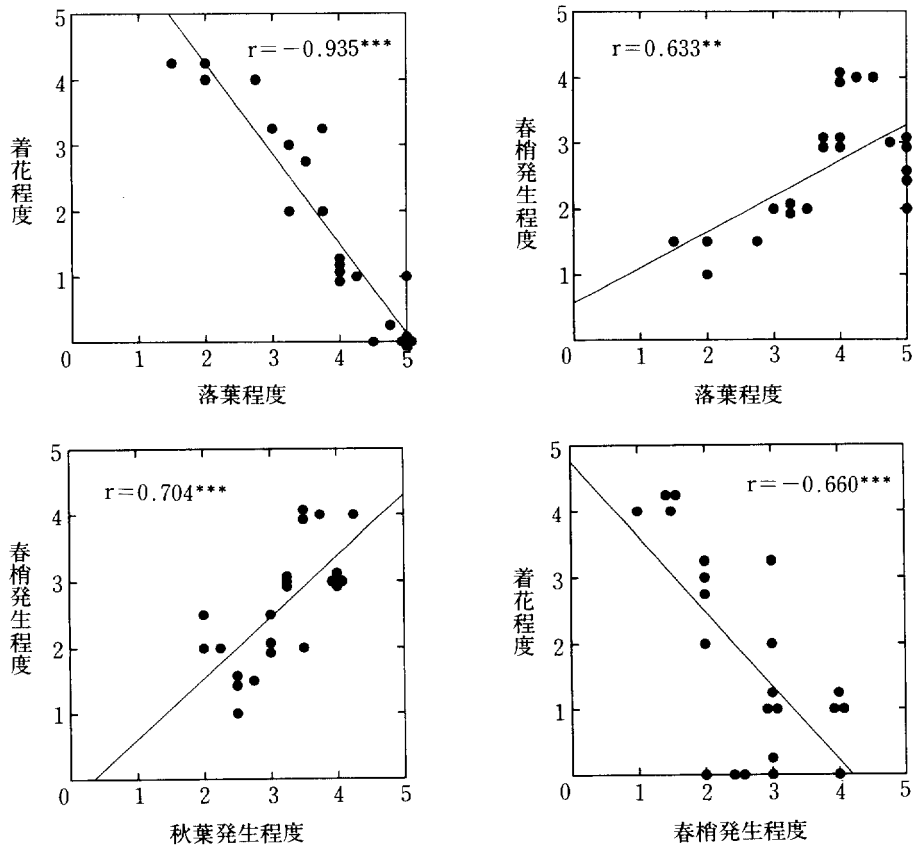
落葉後に発生した秋葉は、春葉と比べると葉色が薄かった(第4表)。特にウンシュウミカンで著しかった。

潮風害樹における春葉及び秋葉の耐凍性調査結果を第4表に示した。春葉は、いずれの品種も被害指数が -7°C まで小さかった。落葉後に発生した秋葉の被害指数は、処理温度が低くなるほど大きくなる傾向にあり、葉色が薄いほど大きかった。

品種間では、'シルバーヒル'及び'今村温州'の秋葉の被害指数が著しく高かった。これらは、無処理でも被害指数が大きく、被害指数から耐凍性を判断することはできなかったが、低温処理後の観察では -4°C 処理で壊死しているものが多かった。その他の品種は、 -4°C で葉色が薄い秋葉の一部で被害指数が大きくなり始め、 -5°C では葉色の濃い葉も被害指数がやや大きくなった。また、 -6°C では全体的に被害指数がかなり大きくなり、一部に壊死がみられた。

4. 翌年の着花及び春梢発生

潮風害とその後の生長との関係を第1図に示した。落葉程度と着花程度及び春梢発生程度との間には高い相関がみられ、落葉程度が大きいほど着花は少なく春梢の発生は多かった。しかし、落葉



第1図 潮風被害とその後の生長との関係 ('吉田ネーブル')

程度が5のはほぼ全落葉樹では落葉程度4~4.5の樹より春梢発生が少なかった。落葉少樹は着花過多で春梢の発生が少なかった。また、1樹内でも台風時の風上側に位置する枝ほど落葉が著しいとともに着花が少なく、春梢の発生が多かった。落葉程度と秋梢の発生程度との間は $r=0.29$ と関連がみられなかった。

秋梢の発生程度と春梢の発生程度との間には正の高い相関がみられた。観察でも、台風被害後に発生した秋梢からは翌年に多数の春梢が発生した。

考 察

潮風害樹の果実糖度が健全樹より低いことはこれまでも認められている(野呂 1956, 村松 1994)が、本調査も同様の結果であった。これは、果実糖度と落葉程度及び秋梢発生程度との相関が高いことから(第1表)、落葉による光合成量低下、秋梢発生による養分消費等が原因と考えられる。

潮風害により落葉した樹では細根の枯死が認められている(山口農試 1954, 農林省 1969)。今回の潮風害樹の観察でも落葉が中~多の被害樹の細根は褐変枯死しているものが多く、落葉少樹の細根と比べて細かった。しかし、残存している細根の活性についてはこれまで明らかにされてはいなかった。本調査によって潮風害による落葉が多いほど細根の呼吸活性が低いことを明らかにした。すなわち、健全時の呼吸活性値は通常は $15\sim 20(\text{O}_2\mu\text{mol/g/hr})$ 程度であることから、細根の呼吸活性値の低下は落葉少樹で $20\sim 30\%$ 、落葉中樹で $60\sim 70\%$ 、落葉多樹で 80% 以上となり、落葉程度とほぼ同じであった。したがって、潮風害樹は残存している細根量が少ないうえその細根呼吸活性も落葉程度に比例して低下しているの、1樹における細根全体の呼吸活性は細根枯死率よりはるかに低下していると考えられる。

被害後の細根呼吸活性は、落葉中樹では11月から回復する傾向にあったが、落葉多樹では11月まで低下し翌年の2月に回復する傾向にあった(第3表)。これは、落葉中樹では光合成器官の葉がある程度残っていたうえ新梢の発生も多くなく、残存葉で新梢発生と着果負担をまかなうことができたためと推察される。一方、落葉多樹では、葉が大部分失われたうえ新梢の発生が著しく多く、それに多量の養分が消費されたことと着果負担が重なったため11月下旬までの細根呼吸活性は低下したが、2月には着果負担や新梢の養分消費がなくなり樹体全体が回復に向かい始めたためと推察される。ただし、どちらも細根量は少なく、1樹における細根全体の呼吸活性は健全樹と比べてかなり低いと考えられる。

これまでの報告や今回の調査によれば、潮風害樹では残存果を摘果して樹体の負担を軽減させた方が樹体の回復に好ましいとされている(小笠原 1971, 村松ら 1994)。しかし、摘果後に大量に発生してくる秋梢は、十分緑化することができないため耐凍性や耐寒性が劣ると考えられる。実際、一部の被災地では冬季に秋梢が枯死した。今回、潮風害樹の葉の耐凍性を調査したところ、春葉については -7°C まで影響がみられず耐凍性の低下はなかった。しかし、台風後に発生した秋葉は、充実度が劣っているウンシュウミカンでは -4°C になると大部分が凍死し、その他の品種では -4°C になると緑化が悪い秋葉に、 -5°C になると比較的緑化が進んだ秋葉にも障害が発生した(第4

表)。ウンシュウミカンの秋葉の耐凍性が他の品種より劣ったのは、台風被害後における秋梢の発生が遅く充実が他の品種より劣っていたためと考えられる。なお、ウンシュウミカンでは低温処理をしていない秋葉でも被害指数が大きかったが、これは、上記のように耐凍性が極めて劣るので、12月における $-2\sim-3^{\circ}\text{C}$ の低温により凍害を受け、組織の機能が破壊されていたためと推察される。このように、台風被害後に発生した秋梢の耐凍性は極めて劣ることが明らかとなった。今後同様の状況が発生した場合は、秋葉の緑化を促進し耐寒性を高めるとともに十分な防寒対策を行う必要がある。

樹勢回復には充実した春葉の確保が欠かせない。潮風害によって被害を受けたカンキツ樹の回復を図るうえでも春葉の確保は極めて重要である。今回、'吉田ネーブル'の調査で、台風被害樹の落葉程度と春梢発生程度との間に高い正の相関が認められた。また、落葉程度と着花程度との間には高い負の相関が認められ、落葉の少ない樹や枝では極めて着花過多の状態になった。これは、台風により多数の果実が落果したこと、特に、台風以降に降雨が少なかったため土壌が乾燥したことが花芽形成を促進したためと考えられる。なお、これらの現象は、1951年10月14日のルース台風でも認められている(山口農試 1954)。落葉程度と秋梢の発生程度との間には相関が認められなかったが、これは、秋梢の発生が落葉のみならず落果程度(台風後の着果量)等の影響を受けたためで、この点を考慮すれば落葉程度と秋梢の発生程度との間には関連があると考えられる。また、被害2年後の春は被害翌年とは全く逆の状況であり、隔年結果の様相が極めて強くなっていた。

摘 要

1991年度の台風による潮風害がカンキツの樹体生理に及ぼした影響を明らかにし、今後の潮風害対策を立てるうえでの基礎資料を得る目的で各種調査を行った。

1. 果実は、落葉程度及び秋梢発生程度が大きいほど糖度は低く、着色は悪かった。
2. 落葉程度が大きいほど残存していた細根の呼吸活性が低かった。翌年の春にはやや回復したが、その程度は小さかった。
3. 潮風害による春葉の耐凍性低下は認められなかったが、潮風害後に発生した秋梢の耐凍性は、春梢よりも著しく劣った。ウンシュウミカンでは -4°C になると大部分が凍死し、その他の品種では、 -4°C になると緑化が悪い秋葉に、 -5°C になると比較的緑化が進んだ秋葉にも障害が発生した。
4. 潮風害による落葉が多いほど被害翌年の着花は少なく、新梢発生は多かった。
5. 落葉被害後に発生した秋梢からは春梢の発生が多かった。

引 用 文 献

- 1) 飯久保昌一・西田光夫、1959。果樹の潮風害に関する研究(第1報)。東海近畿農試研報。5:77-89。
- 2) 河原卯太郎、1941。潮風害調査成績。山口県農事試験場報告。1-88。

- 3) 小中原実・植田義一・牧田好高, 1983, 台風18号による静岡県下の農作物被害, 日本農業気象学会東海支部会誌, 41: 9-15.
- 4) 中川行夫・本條均・下大迫三徳, 1980, ウンシュウミカンの潮風害の発生機構とその対策に関する研究, 果樹試報, A7: 7-17.
- 5) 野呂徳男, 1956, 柑橘園に於ける潮風害対策試験成績, 静岡柑試研報, 2: 40-50.
- 6) 農林省, 1969, 伊勢湾台風による果樹の災害調査, 1-41.
- 7) 農林省東海近畿農業試験場, 1961, 伊勢湾台風による農作災害とその技術対策に関する調査研究報告, 東海近畿農試特別報, 101-107.
- 8) 農商務省農事試験場園芸部, 1919, 大正七年九月二十四日塩分を含める暴風の被害調査, 園芸の研究, 14: 164-172.
- 9) 村松昇・高原利雄・緒方達志・高辻豊二・児島清秀, 1994, '川野なつだいだい'の台風による落葉被害樹の摘果の是非, 園学雑, 63: 31-37.
- 10) 野呂徳男, 1956, 柑橘園に於ける潮風害対策試験成績, 静岡柑試研報, 2: 40-50.
- 11) 小笠原左与市, 1971, カンキツの潮風害とその対策に関する研究, 山口農試特別研報, 25: 1-140.
- 12) 小野祐幸・広瀬和栄・高原利雄・堂脇誠, 1982, 酸素電極法によるカンキツの光合成および呼吸能の測定について, 園学要旨, 昭57秋: 104-105.
- 13) 立川忠夫, 1956, 種類から見た柑橘及び其他数種植物の潮風害調査成績, 静岡柑試研報, 2: 25-39.
- 14) 高橋郁郎, 1958, 柑橘, 養賢堂, 東京, 653pp.
- 15) 高辻豊二・石原正義, 1980, ウンシュウミカンのカリ栄養に関する研究, (第3報)樹体の耐寒性と二三の樹体内成分含量に及ぼす影響, 果樹試報, A7: 45-62.
- 16) 田中諭一郎, 颱風十三号の柑橘被害とその対策, 1953, 柑橘, 5(11): 20-24.
- 17) 内田溪月, 1918, 潮風害と果樹, 果樹, 188(11): 38-42.
- 18) 山口県農業試験場, 1954, ルース台風による柑橘潮風害に関する調査成績, 山口農試特別報, 5: 1-35.