

海洋深層水施用がウンシュウミカンとトマトの果実品質に及ぼす影響

河合義隆^{1*}・平塚 伸²・田代 亨¹・久能 均²

¹三重大学生物資源学部附属農場 514-2221 三重県津市高野尾町 2072-2

²三重大学生物資源学部 514-8507 三重県津市上浜町 1515

Effects of Deep Seawater Application on Fruit Qualities of Satsuma Mandarin and Tomato

Yoshitaka Kawai^{1*}, Shin Hiratsuka², Toru Tashiro¹, and Hitoshi Kunoh²

¹Experimental Farm, Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie 514-2221

²Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu, Mie 514-8507

Summary

Deep seawater was applied to the satsuma mandarin and tomato for horticultural practice and its effect on fruit quality was investigated. In this experiment, deep seawater was used to irrigate the soil directly around each plant. As a result, the size of satsuma mandarin fruits decreased and sugar content in fruit juice was increased by the deep seawater treatment. In tomatoes, the fruit size decreased and both of sugar content and acidity were increased. The inner part of the tomato fruit appeared green following deep seawater treatment. We suggested that the fruit qualities of satsuma mandarin and tomato were affected by salinity of deep seawater. However, the cause for the inner fruit-color of the tomato remains unknown.

キーワード：塩類，海洋深層水，果実品質，トマト，ウンシュウミカン

緒言

近年，海洋深層水の持つ資源が注目されており，石油・石炭などの資源と比較して豊富な資源量，多くの資源価値，再生循環，少ない環境問題などを特徴として挙げることができる（高橋・井関，2000）。現在，この海洋深層水の資源利用が主として日米両国で進められており，日本では高知県が深層水の利用・実用化に関し進んでいるが，富山，沖縄，静岡の各県でも精力的に利用研究が進められている（高橋・井関，2000）。海洋深層水の特徴には低水温性，富栄養性，清浄性，ミネラル特性などがあるが，園芸分野での利用に関しては海洋深層水が持つ低水温性を利用した温帯性葉菜類の高温障害回避，周年安定生産，温帯性の花き類や果樹類の端境期生産を目指した研究が行われているだけで，その他の面での利用に関する研究は少ない（谷口，1997；兼島・小那覇，2000）。

本研究では海洋深層水の園芸分野への有効利用を探るために，ウンシュウミカンとトマトに深層水を処理して

果実品質への効果について検討したので報告する。

材料および方法

本実験では，三重県大王崎沖（34° 14.8'N/137° 11.0'E）の水深 730 m から採取した深層水を使用した。

実験 1 ウンシュウミカンの果実品質に及ぼす影響

三重大学生物資源学部附属農場でポット（70 liter サイド無孔ポット）栽培されている 6 年生のウンシュウミカン（品種：宮川早生，台木：カラタチ）に深層水施用を平成 12 年 10 月 15 日に行った。施用は，深層水の原液を 2 倍に希釈したもの（2 倍区），10 倍に希釈したもの（10 倍区）を 1 ポット当たり 5 liter の割合で土壌に散布して行った。ポットから深層水が漏れ出ないように散布は時間をかけて行った。対照区には水道水を同量散布した。各区それぞれに 2 樹を供試した。収穫まで，灌水は行わないで雨水のみで栽培した。また，処理後 0，1，3，7，14，29 日に各樹より葉を 3 枚採取して，プレッシャーチャンバー法により水ポテンシャルを測定した。11 月 14 日（処理後 30 日）に収穫し，果実の重さを量った後，果汁の糖度と酸度を測定した。糖度は糖度計（ATAGO ATC-1）で，酸度は 1/10N NaOH で中和滴定し，滴定量をクエン酸 % に換算して表示した。

2002 年 3 月 14 日 受付。2002 年 7 月 29 日 受理。

本研究は三重県受託研究費の助成を受けて行われた。

*Corresponding author.

現在：三重大学生物資源学部附属紀伊・黒潮生命地域フィールドサイエンスセンター

実験2 トマトの果実品質に及ぼす影響

平成12年7月24日にトマト(品種:桃太郎)の種子を播種し, 生長した苗を9月7日に砂壤土をつめたプランター(長さ:650 mm 幅:220 mm 深さ:185 mm)に3本ずつ定植し, 三重大学生物資源学部附属農場の温室で栽培した. 定植後40日目に第1回目の深層水施用を行い, 60日目に2回目の施用を行った. 深層水の施用は, 1回につき原液を一つのプランターに500 mlを散布(原液区), および10倍に希釈したものを同様に500 ml散布(10倍区)することにより行った. 対照区として, 水道水を同量散布する区を設けた. 施用量はプランター当たりで合計で1 literで, 各区とも2つのプランターを用いた.

灌水は適宜行い, 肥料は9月28日に苦土石灰をプランター当たり20 g与え, さらに9月23日から適宜, ハイポネックス5-10-5(合計N:0.5 g, P_2O_5 :1 g, K:0.5 g/コンテナ)を施肥した.

果実の収穫は, 表面全体がピンクから赤色になり次第順次行った. 収穫は12月7日から翌年の1月25日まで続けた. 収穫した果実は, それぞれ重さを量った後, 果汁の糖, 酸, pH, ECを測定した. 糖, 酸の測定は実験1に準じて行い, pH, ECの測定にはそれぞれpHメーター(Twin pH B-211, 堀場製作所), ECメーター(Twin Cond B-173, 堀場製作所)を使用した.

結 果

実験1 ウンシュウミカンの果実品質に及ぼす影響

ウンシュウミカンに深層水を施用した結果, 果実の果重や糖度に影響が出た(第1表). 1果重で見ると対照区が他の2区より大きく, 深層水の10倍区が最も小さかった. 糖度では10倍区, 2倍区ともに対照区より有意に高く, 10倍区が一番高かった. 酸度は有意な差は見られなかった. 糖酸比では, 10倍区が8.75で一番高く, 2倍区の7.94, 対照区の7.71と続いた. 糖度と果重からみた果実の分布結果(第1図)から, 対照区の果実は果重が大きく糖度が低い所に分布し, 10倍区の果実は対照区より果重は小さいが糖度が高いところで広く分布していた. 2倍区の果実は果重の分布の広がり小さいが糖度の方は広く分布していた. 果実の着色については, 10倍区の果実が他の区に比べ着色が良好であった.

第2図は, 深層水処理後に測定した葉の水ポテンシャル

第1表 ウンシュウミカン果実の品質に及ぼす深層水処理の影響

処理区	果 重 (g)	糖 度 (Brix)	酸 度 (%)	糖酸比
対 照	248 a*	8.33 c	1.08 a	7.71
10 倍	165 b	9.01 a	1.03 a	8.75
2 倍	181 b	8.73 b	1.10 a	7.94

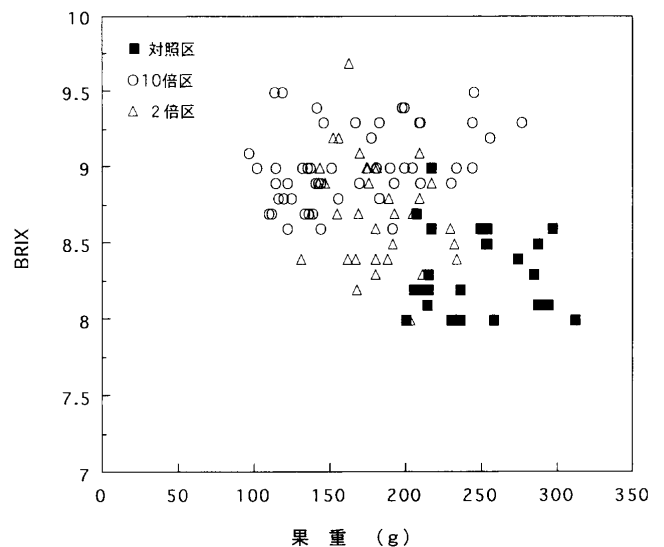
*Duncanの多重検定 (P=0.05)

を示したものであるが, 深層水により葉の水ポテンシャルは影響を受けなかった. また, 実験期間中は枯死や落葉などの障害は観察されず, 樹の外観にも深層水の影響は見られなかった.

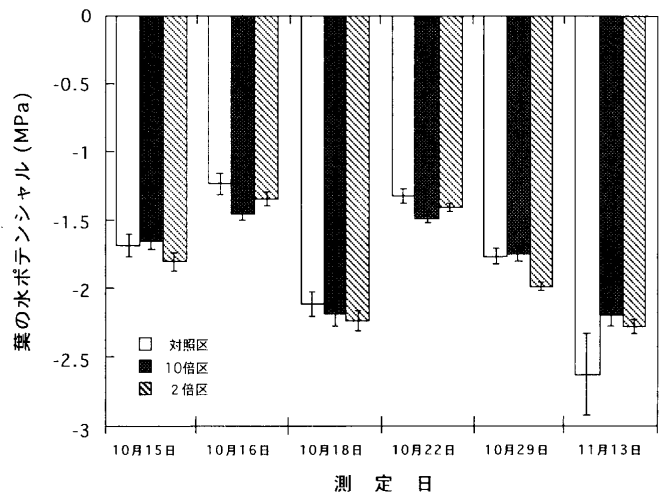
実験2 トマトの果実品質に及ぼす影響

第1回目の深層水施用の時点で直径2-3 cm程度の果実を着けている植物体が半数以上あった. 第2回目の施用の際には, 原液区の1植物体が全体的に黄化し, その後枯死した. それ以外は実験終了まで, どの区からも枯死する植物体は出なかった.

深層水処理によりトマト果実の糖度, 酸含量, ECが有意に高くなった(第2表). 原液区の糖度は対照区に比べて3.6度も上がった. 10倍区でも1.3度上がった. また, 酸含量は原液区が対照区と10倍区に比べ有意に高い値を示したが, 10倍区と対照区の間では有意な差は見られなかった. 果汁のECは対照区, 10倍区, 原液区の順でその値が大きくなった. 果汁のpHはどの区も3.8で同じで



第1図 深層水処理における糖度と果重からみたウンシュウミカン果実の分布

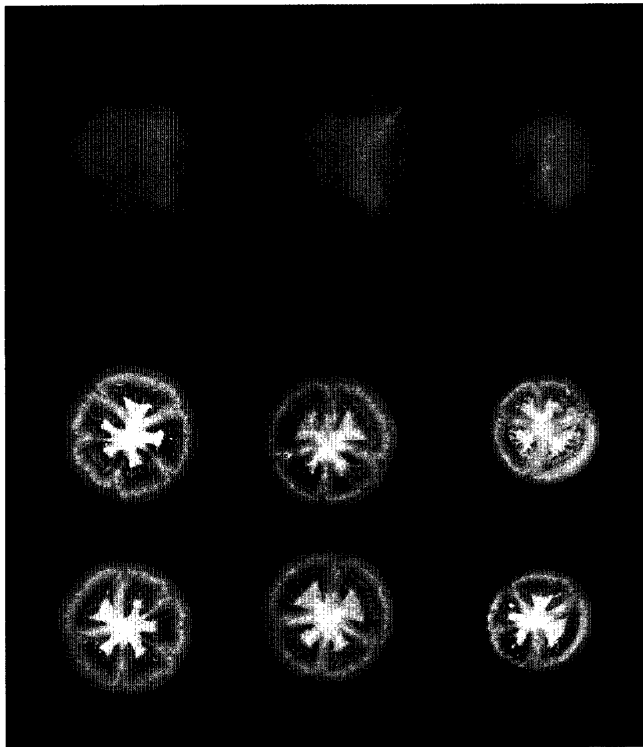


第2図 深層水処理後におけるウンシュウミカンの葉の水ポテンシャル

第2表 トマト果実の品質に及ぼす深層水処理の影響

処理区	果 重 (g)	糖 度 (Brix)	酸 度 (%)	糖酸比	EC (mS)	pH
対 照	82.5 a*	5.9 c	1.02 b	5.78	4.5 c	3.8 a
10 倍	72.5 a	7.2 b	1.15 b	6.26	5.2 b	3.8 a
原 液	45.6 b	9.5 a	1.84 a	5.16	7.8 a	3.8 a

*Duncanの多重検定 (P=0.05)



対照区 10倍区 原液区

第3図 深層水各処理区の収穫したトマト果実の横断面

あった。一方、果実の大きさ(果重)は対照区が一番大きく、10倍区、原液区と続き、深層水処理により小さくなる傾向がみられた(第2表、第3図)。第3図は果実の横断面を表しているが写真のように原液区の果実は房室部分が緑色を呈しており、対照区の果実がピンク色をしているのと異なっていた。10倍区の果実も少し緑色を呈していた。なお、トマトーン散布により単為結果させたので種子は形成されていなかった。

考 察

海洋深層水を土壤に施用することにより、ウンシュウミカン、トマトともに果実の糖度が高くなった。海洋深層水には多量のNaClが含まれていることから、塩類ストレスの影響が大きく作用していると考えられる。塩類ストレスの影響について、カンキツ類では結実率や着果率の減少による収量低下が起こることやNa⁺とCl⁻は果実より葉に集積することなどがStorey・Walker(1999)により述べられている。塩類ストレスが水分ストレスを誘導

してウンシュウミカン果実の糖度を高めたと考えると、果実の大きさも水分ストレスの影響として見るができるが、深層水処理後の葉の水ポテンシャルは無処理(対照区)に比べてそれほど低下していなかった(第2図)。また、水分ストレスは果実の有機酸含量を高めるという報告(河合ら、2000)があるが、本実験では酸度に有意な差はなかった(第1表)。また、深層水処理の2倍区よりも10倍区で糖度が高いという結果からも水分ストレスが糖度を高めた主因であるとは言えない。NaCl以外の他の成分(微量成分)または海洋深層水のミネラル特性(野崎, 1997)が影響したのかもしれない。一方、トマトでは塩類濃度の高い状態で育てると果実の糖度と酸度が高まることが明らかにされている(Cuartero・Fernández-Muñoz, 1999)ことから、Na⁺とCl⁻が今回の糖と酸の結果(第2表)に影響した主な要因と考えられる。トマト果実へのNaClの影響については、糖や酸以外にも果実のサイズを小さくする、日持ちを悪くする、軟化を促進する、尻腐れを増加させることなども報告されている(Cuartero・Fernández-Muñoz, 1999)。果実のサイズについては本実験でも同様な結果が出ており、海洋深層水のNaClの影響と考えられる。

海洋深層水の影響として、本実験ではトマト果実内部の緑色化が観察されているが(第3図)、これもNaClの影響なのかは不明である。トマトの果実は発育に伴って緑色が抜け成熟すると赤く着色するが、これは発育に伴って葉緑素が徐々に抜けてカロチノイド系色素が増加するためである。海洋深層水で処理したトマトは、果実内部の葉緑素の分解が進まなかったと推測される。

ウンシュウミカンでは高品質果実生産のために水切り(水ストレス)栽培が進められているが、水ストレスを受けた果実は糖ばかりでなく有機酸も高まるので問題となっている(河合ら、2000; 谷口, 1994; 河瀬ら, 1993)。海洋深層水は糖度のみが高くなり、酸度には有意な差が見られなかったことから、高品質化には水分ストレスより海洋深層水施用の方が良いと言える。しかし、水分ストレスと同様に果実の小玉化が起こること、塩類濃度が高いことから翌年以降への樹体への影響や土壌の塩類集積の問題が海洋深層水では生じる可能性があるので長期的影響を検討する必要がある。

トマトの果汁のECが海洋深層水施用により有意に高くなったことは、果実に塩類が集積したことによるものと考えられるが、これについては今後解析して果実品質の観点から検討すべきである。

海洋深層水は同じ海水である表層水と比べると無機の栄養塩類が多く(関野ら, 1997)、しかもゴミなどがほとんどなく、粒状懸濁物濃度が小さいので、汚染のない、微生物の少ない安定した海水といえるので表層水より多くの効果や利点が期待できる。海洋深層水の園芸的な利用に向けて、施用時期、施用濃度、施用方法などについて、

さらに調べる必要がある。

摘 要

海洋深層水の園芸利用を目的としてウンシュウミカン並びにトマトに施用し、果実への影響について検討した。本実験では、各々の栽培土壌に直接散布した。その結果、ウンシュウミカンでは、果実のサイズは小さくなり、糖度の増加が認められた。トマトでは、果実のサイズは小さくなり、糖と酸の両方が高くなり、果実の内部が緑色を呈した。これらの結果は塩類が大きく作用していると考えられるが、トマト果実内部の色の違いの原因はわからない。

引用文献

- Cuartero, J. and Fernández-Muñoz, R. 1999. Tomato and salinity. *Sci. Hortic.* 78: 83–125.
- 兼島盛吉・小那覇安優. 2000. 海洋深層水の農業利用の可能性. *海洋 (号外 No.22)*: 91–94.
- 河合義隆・塚本太郎・中西さくら・河瀬幸浩・前川豊孝. 2000. 露地ポット栽培のウンシュウミカンに及ぼす水切りの影響. *三重大生資農場研報*. 11: 31–35.
- 河瀬憲次・望岡亮介・尾形凡生・高辻豊二. 1993. 温州ミカンのシートマルチ栽培と資材開発 [3]. *農業および園芸* 689: 1001–1003.
- 野崎義行. 1997. 最新の海水の元素組成表 (1996年版) とその解説. *日本海水学会誌* 51: 302–308.
- 関野政昭・柳川明彦・谷口道子. 1997. 海洋深層水を利用した海水淡水化技術. *日本海水学会誌* 51: 297–301.
- Storey, R. and Walker, R. R. 1999. Citrus and salinity. *Sci. Hortic.* 78: 39–81.
- 高橋正征・井関和夫. 2000. 21世紀の資源としての海洋深層水. *海洋 (号外 No.22)*: 5–10.
- 谷口道子. 1997. 海洋深層水の利用. *日本海水学会誌* 51: 293–296.
- 谷口哲微. 1994. 温州ミカンの根域制限栽培への取り組みと課題②. *果実日本* 49(2): 46–48.