マルチ栽培が梅の生育と収量に与える影響

WuYun¹・千家正照²・伊藤健吾³・矢野宗治⁴

The Influence of Mulch Culture to the Growth and Yield of Plum

Wu Yun¹, Masateru Senge², Kengo Ito³ and Muneharu Yano⁴

Abstract: In this study, we aimed to examine the effects of mulch culture on the quality and production of plum. As a result of two years' experiment that ground surface was covered or not by vinyl black film from July 1st to December 31st, the following effects of mulching were clarified. 1) The mulching can prevent the soil moisture from extremely decreasing and suppress its fluctuation during the continuous dry weather in summer, and increase soil temperature. 2) The mulching tended to hasten leaves fall in autumn, which suggested that the differentiation and formation of flower buds and commutation of nitrogen from leaves had been promoted. 3) The mulching tended to make the total production of plum increase and the variation of individual fruit weight reduced, which expected to improve those economic value. In addition, it was clarified that both of the average individual fruit weight and the total yield of plum were increased if the soil moisture content was maintained around the field capacity during summer season when evapotranspiration was very high.

Keywords: Plum; Mulching culture; Leaf fall; Soil moisture content; Variation of individual fruit weight

1 はじめに

畑作では古くから増収、高品質化、周年生産、省力化などを目的としてマルチ栽培が行われ、果樹栽培にも適用されてきた。とくにウンシュウミカンなどのカンキツ類では適用例が多く、ドリップ灌漑を組み合わせたマルドリ方式により糖度上昇など品質の向上が報告されている（森永ら，2004；森永ら，2010）。さらに近年では、カキ、オウトウ、ナシなどを対象としてマルチ栽培が行われ、その効果について多数の試験報告がみられる。たとえば、オウトウでは裂果の発生が抑制されること（山本ら，2008）、カキでは果実が肥大し糖度が向上すること（松田ら，2011）、日本ナシでは収穫期の前進化（松田ら，2002）などの効果が報告されている。しかし、日本の代表的な果樹の一つであるウメを対象としたマルチ栽培の効果については検討した事例がない。

ウメは中国四川省湖北省が原産地でバラ科サクラ属スモモ亜属に分類され学名は *prunus mume* である。日本では古くから観賞用果樹として愛好されていたが、江戸時代中期から果実利用目的で栽培されるようになり（熊谷・鈴木，2011）、平成23年度では、年間生産

量は約106,900t、栽培面積は約16,600haで、果樹栽培面積全体の8.4%を占め、我が国において重要な果樹の一つである（農林水産省，2011）。

本研究の目的は、マルチ栽培によって、貴重な雨水資源を効率よく利用し、ウメの生育にとって適切な土壌水分環境の実現を検証することにある。そこで、蒸発散が最盛期となる夏季から秋季にかけて地表面をビニールで被覆し土壌面蒸発による異常乾燥を抑制する試験区と、被覆しない試験区を設け、ウメの栽培実験を行った。その結果から、ビニールマルチによる土壌水分環境などの変化が秋季の落葉やその後のウメの収量と品質に与える影響を明らかにし、ウメ栽培へのマルチングの効果を検証した。

2 試験方法

2.1 試験区の概要

マルチングによる土壌水分環境の相違がウメの生育・収量に与える影響を明らかにするため、岐阜大学柳戸農場内のウメの果樹園を対象に2つの試験区（以下、試験区Ⅰ、Ⅱと称す）を設けた。試験対象としたウメの品種はベニサシ（紅映）で、種子が小さく、果肉が多いが、栽培が困難で収量が少ないという特徴がある（木野，2011）。樹齢は20年（盛果期が10～20年）、樹高約3m、樹幹径約30cm、樹冠径約4mである。各試験区の大きさは84m²（=3m×24m）で、それぞれ中央に6m間隔で3本の梅が栽培されている。岐阜市の気象条件（1981～2010年）は、年平均降水量1,827.5mm、年平均気温15.8℃、年平均風向、風速2.5m/s、年平均日照時間2085.1時間である（気象庁，2013）。

¹ 岐阜大学連合農学研究科学生，Student，The United Graduate School of Agricultural Science，Gifu University，1-1 Yanagido，Gifu，501-1193，Japan

² 岐阜大学応用生物科学部教授，Professor，Faculty of Applied Biological Science，Gifu University，1-1 Yanagido，Gifu，501-1193，Japan (Corresponding Author) E-mail: senge@gifu-u.ac.jp

³ 岐阜大学応用生物科学部准教授，Associate Professor，Faculty of Applied Biological Science，Gifu University，1-1 Yanagido，Gifu，501-1193，Japan

⁴ 岐阜大学岐阜フィールド科学教育研究センター，Gifu Field Science Center，Gifu University，1-1 Yanagido，Gifu，501-1193，Japan

表 1: 調査圃場の土壌の物理性試験

項目	深さ(cm)	試験区 I				試験区 II			
		0-10	10-20	20-30	30-40	0-10	10-20	20-30	30-40
粒度組成* (kgkg ⁻¹)	礫	0.06	0.08	0.07	0.07	0.05	0.05	0.08	0.04
	砂	0.47	0.51	0.50	0.49	0.49	0.54	0.48	0.51
	シルト	0.18	0.16	0.16	0.17	0.17	0.12	0.16	0.17
	粘土	0.29	0.25	0.27	0.27	0.29	0.29	0.28	0.28
土性**		LiC	LiC	LiC	LiC	LiC	LiC	LiC	LiC
土粒子密度(gcm ⁻³)		2.32	2.45	2.55	2.58	2.57	2.66	2.68	2.72
乾燥密度(gcm ⁻³)		1.21	1.45	1.58	1.57	1.44	1.52	1.61	1.71
固相率(m ³ m ⁻³)		0.52	0.59	0.62	0.61	0.56	0.57	0.60	0.63
透水係数(cm/s)		3.3×10 ⁻²	1.8×10 ⁻²	3.1×10 ⁻⁴	3.5×10 ⁻⁴	8.5×10 ⁻³	5.8×10 ⁻³	8.3×10 ⁻⁴	8.6×10 ⁻⁴
土壌水分恒数 (m ³ m ⁻³)	24 時間含水量	0.403	0.369	0.354	0.313	0.389	0.358	0.352	0.323
	圃場含水量	0.382	0.334	0.323	0.305	0.367	0.326	0.319	0.311
	成長障害水分点	0.334	0.283	0.274	0.257	0.318	0.272	0.271	0.265
容易有効水分量(mm)		6.9	8.6	8.0	5.6	7.1	8.6	8.1	5.8
全容易有効水分量(mm)		29.1				29.6			

項目	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
栄養成長			展葉		落葉			発芽				新梢
生殖成長	花芽分化	花芽完成				胚珠等の形成		開花	着果	生理的な落果		
栽培管理	マルチ敷設					剪定	施肥					収穫
観測項目		葉数調査		落葉数の測定				開花数の測定		結実数の測定		収穫調査
	土壌水分、地温の測定											

図1: 試験区の栽培管理

2.2 土壌条件

各試験区の表層から深さ5cm, 15cm, 25cm, 35cmにおいて攪乱土および不攪乱土(100ccサンプラー)を採取し、土壌の物理性を分析した(表1)。いずれの層も礫率は10%以下と小さく、また、砂(0.02~0.2mm)成分と、粘土(0.002mm未満)及びシルト(0.02~0.002mm)を合わせた成分の割合が、それぞれ50%前後であり、粒度分布の広がりを表す均等数Ucの値が全層において、Uc>10を満たし、粒度分布の良い土壌であった。国際土壌学会法による土性区分は、両試験区とも深さ0cm~40cmが全て軽植土に分類される。さらに、いずれの土層においても固相率が50~60%を占めており、ウメの生育に適していると判断される(相馬ら, 1991)。透水係数は上層で大きく(10⁻²cm/s前後)、下層ほど小さくなる傾向を示し、固相率との間に強い相関が見られた。また、これらの数値から、試験区の表層土壌は透水性が大きく、降雨が浸透しやすい特徴を有していることがわかる。保水性試験(pF試験)の結果から、各深さの土層の容易有効水分量(24時間含水量~成長障害水分点: pF3.0)から深さ40cmの全容易有効水分量を求めたところ、試験区Iで29.1mm、試験区IIで29.6mmとなり、両試験区の土壌の保水性はほぼ等しい。

2.3 観測項目と方法

2.3.1 栽培管理と試験区の設定

試験区における1年間の栽培管理を図1に示した。マルチによる土壌面蒸発抑制及び土壌水分保持効果を把握するため、土壌面を黒色ビニールで被覆した「マルチ区」(写真1)と、その対照区としてビニール被覆しない「非マルチ区」(写真2)を設けた。2010年は試験区IIをマルチ区、試験区Iを非マルチ区とした。2011年は果樹の個体差の影響を除去するため、試験区Iをマルチ区、試験区IIを非マルチ区として実験を行った。マルチ敷設期間は、両年とも蒸発散が最盛期となる7月1日から落葉が終了する12月31日までとした。

樹勢を維持し樹内栄養分の分散を防ぐこと、また樹冠内部の日照条件を改善し光合成の促進を図ることを目的として、1月上旬に徒長枝と結果枝を剪定した。剪定枝の総重量を測定し、可能な限り両試験区の剪定量が等しくなるように注意を払った(表2参照)。さらに、剪定後、休眠期の2月上旬に鶏糞を試験樹の幹の周りに10kgずつ施肥した。

2.3.2 土壌水分・地温・降雨量の測定

マルチ区と非マルチ区の土壌水分環境の違いを把握するために、TDR水分計(EC-20, Decagon Devices社製)を設置した。すなわち、両試験区の地表面を基準面として深さ10cmごとに5層に分割し、各層の土壌水分

写真 1: マルチ区

写真 2: 非マルチ区

写真 3: 落葉調査の状況

写真 4: 落葉調査の状況

量の平均値を測定するために長さ 20cm のセンサーを地表面に対して 30°の角度で挿入し、10 分間隔で体積含水率を自記記録した。2011 年には TDR 水分計と同じ深さに温度計 (HOBO U12 Outdoor/Industrial 4ext channe/s, オンセット社) を設置し、10 分間隔で地温を自記記録した。なお、両試験区の近接した場所に転倒マス型雨量計 (HOBO H07-002-04, Onset 社) を設置し 0.5mm 単位で雨量の自記記録を行った。

2.3.3 落葉調査

はじめに、展葉期の 9 月に各試験樹の全葉数を測定した。さらに、落葉期間である 10 月 20 日～12 月 15 日に、両試験区の周囲をそれぞれ高さ約 3m のネット (目の大きさ 5cm) で囲い (写真 3)、両試験区内の供試樹からの落葉が周辺に飛散しないようにし、2010 年と 2011 年のそれぞれの落葉期間中に毎日の落葉数を計数した (写真 4)。

2.3.4 着花数、結実数、糖度及び果実品質調査

2010 年と 2011 年の 3～6 月に両試験区の 6 本の供試樹の着花数、結実数を計数し、結実率 (＝結実数／着花数×100) を求めた。収穫期には収穫個数を計数し電子天秤で総重量を測定した。さらに、両試験区からサンプルとしてそれぞれ 100 個ずつの梅を無作為に抽出し、糖度計 (ATAGO N-1E Brix0～32%) により糖度を測定し、平均値と標準偏差を求めた。また、100 個の果実の個体重を測定し、個体重の分布を調査した。

3 実験結果及び考察

3.1 マルチが土壌水分量に与える影響

一般に、ウメの根群は、太根、細根ともほとんどの根が 30cm くらいまでの深さに分布している (大坪, 2009)。そこで、ビニールによる被覆期間 (7 月 1 日～12 月 31 日) について、この根群域の土壌水分消費に影響すると考えられる深さ 50cm までの平均土壌水分量 (体積含水率%) を図 2、図 3 に示した。非マルチ区は降雨が土壌面から直接浸透するので降雨時には顕著な土壌水分増加が確認されたが、干天が続くと蒸散に加えて土壌面蒸発によって土壌水分量が著しく減少する傾向が見られた。

2010 年の土壌水分量の変化について見ると、干天が 17 日間継続した 9 月 1 日では、非マルチ区は 17% まで減少し、とくに根群が集中する深さ 20cm までの体積含水率は 10% まで低下し、成長阻害水分点を大きく下回っていた。一方、マルチ区は土壌面をビニールで被覆していることから直接降雨の侵入は少ないが、降雨時には土壌水分の増加が若干確認できた。しかし、干天時には土壌面蒸発が制限されることから、非マルチ区に比べて土壌水分の減少が著しく抑制され、干天が長期間継続した 9 月 1 日でも平均含水率は 23% を維持していた。すなわち、マルチ区の土壌水分は非マルチ区に比べて降雨や土壌面蒸発の影響を受けにくく安定していた。

一方、2011 年では、マルチ区、非マルチ区ともに蒸

図 2: 降雨と土壌水分の変動(2010 年)

図 3: 降雨と土壌水分の変動 (2011 年)

図 4: 地温と雨量の関係 (2011 年)

図 5: 落葉率 (2010,2011 年)

発散が最も盛んなこの時期の土壌水分量は 2010 年と比べて高く維持されていた. この理由として, 蒸散の盛んな落葉開始前までの前半(7月1日~9月30日)について注目すると, 2010 年の降雨量は 529.8mm と 2011 年の 541.0mm とほぼ同じであったが, 2010 年は 7 月 16 日から 7 月 28 日の 13 日間と 8 月 16 日から 9 月 2 日の 16 日間と長期間の連続干天が 2 回あったのに対し, 2011 年は 7 月 8 日から 7 月 18 日の 11 日間の連続干天が最も長く, この期間を通じて比較的均等に降雨があったことが考えられる.

3.2 マルチが地温に与える影響

2011 年に測定した深さ 35cm までの平均地温の経時変化を図 4 に示す. マルチ区の 7 月 1 日から 10 月 31 日までの平均地温は非マルチ区よりマルチ区の方が高くなっていた. とくに, 干天が続くと両試験区の地温差が 5℃前後まで拡大しマルチ区では 30℃を越えることもあるが, 降雨があると地温差が減少する傾向が見られる. 一方, 気温が低下する 11 月 1 日以後は両試験区の地温差がなくなる.

地温とウメの生育・収量の関係については, 地温が連続して 36℃以上になる, または短期間でも 40℃以上になると高温障害により樹勢が低下し収量が減少することが報告されている(岡室ら, 2010). 本実験ではマルチ区においても最高地温は 35℃未満であり, 高温障害によるウメへの影響は無かったと考えられる.

3.3 マルチがウメの生育・収量等に与える影響

一般に, ウメの貯蔵栄養分は果実収穫後の光合成によって徐々に貯えられ, 落葉直前に最も多くなる. しかし, 樹体の栄養状態の不良あるいは台風や病害虫の発生, 早魃, 低温多雨, 日照不足などによって早期に落葉すると光合成が不十分になり, 樹体はそれまでの蓄積した養分を消耗し, この結果, 花芽の着生の減少, 不完全花の割合が増え結実率が低下し, 収量の減少を招くことが報告されている(宮原, 2009). また, 宮原ら(1978)は, 9 年生剣先を供試して, 花芽発育期の摘葉処理が翌年の花質, 結実に及ぼす影響を調査したところ, 8 月から 9 月にかけて摘葉処理を行うとウメの結実安定の基本となる短果枝の結実を低下させ, 収量への影響が大きいことを明らかにしている. 以上のことから, 落葉期はできるだけ遅らせ全樹が一斉に自然に落葉することが大切である(小川, 2009). しかし, ウメは浅根性で, 養水分を吸収する細根の 90%が深さ 20cm までに分布しており, 収穫後に梅雨明けの早魃などが続くと早害を受けやすく, 葉の萎凋, 収縮, 早期落葉などの障害が生じ, 樹体が衰弱して翌年の開花, 結実に影響するとされている.

そこで, マルチの敷設が落葉に及ぼす影響を検討するために, 落葉期直前の 9 月に計数した総着葉数と 10 月以降の落葉期に毎日計数した落葉数から落葉率(= 累加落葉数/総着葉数×100)を求め, 図 5 に示した. 2011 年の落葉のピークは 2010 年と比較して約 1 ヶ月程度落葉が早まったこと, また, 両年ともマルチ区

表 2: 2010 年～2011 年の調査結果

年	試験区	処理	剪定量 (kg/木)	着花数 (個/木)	着果数 (個/木)	結実率 (%)	収穫個数 (個/木)	個体重 (g/個)	生産量 (kg/木)	糖度 (%)
2010 年	試験区 II	非マルチ	69.4	7,951	2,796	35.2	1,054±223	18.4±4.6	19.4±2.6	7.04±0.12
	試験区 I	マルチ	64.5	9,817	4,637	47.2	1,441±258	16.1±2.3	23.2±3.4	7.03±0.10
2011 年	試験区 I	非マルチ	73.2	14,599	4,708	32.2	8,77±217	26.0±5.1	22.8±7.7	6.97±0.53
	試験区 II	マルチ	71.9	16,190	5,426	33.5	1,095±307	24.4±3.1	26.7±7.0	6.99±0.41

※ 土は標準偏差

図 6: 個体重の分布割合 (2010 年)

図 7: 個体重の分布割合 (2011 年)

の方が非マルチ区よりも落葉が早く進む傾向が見られた。とくに長期間の連続干天があって土壤水分が全般的に少なかった 2010 年の方は落葉が遅く、夏季の土壤面蒸発によって一時的に土壤の異常乾燥が発生した非マルチ区の方が落葉は遅くなっていた。

表 2 に、ウメの生育指標(着花、結実、収穫量等)の調査結果を示した。マルチ区と非マルチ区を比較すると、2010 年、2011 年ともに、着花数、着果数、結実率、収穫個数、生産量はマルチ区の方が大きく、さらに試験区 I、試験区 II ともに、収穫個数、生産量はマルチ区の方が大きくなった。一方、2010 年と 2011 年を比較すると、マルチ区、非マルチ区、あるいは試験区 I、試験区 II に限らず、着花数、着果数、個体重の

平均値は、2011 年の方が大きくなる傾向にあった。試験区 I と試験区 II を比較すると、全ての項目についてマルチの有無や、2010 年と 2011 年の気象条件の違いによる影響を受け、両試験区間に明瞭な差異は見いだせなかった。

図 6, 7 は、ウメの個体重の度数分布を表している。2010 年、2011 年ともに、マルチ区はバラツキが小さく中央値付近でピークを形成する一山型の分布形をしているが、非マルチ区はバラツキが大きく明瞭な分布形が見られない。一般に、ベニサシ(紅映)種は、個体重 15g 以下の果実は商品価値がなく廃棄される。そこで、個体重 15g 以上の果実の個数が全収穫個数に占める割合を調べたところ、2010 年では非マルチ区が 83%に対してマルチ区が 91%、2011 年では非マルチ区が 80%に対してマルチ区が 98%となった。このように、両年ともマルチ区の方が個体重のバラツキが小さくなり、個体重 15g 以上の占める割合が大きくなる明瞭な傾向が見られた。

カンキツ類ではマルチ栽培を用いて糖度を高める試みが行われている(森永ら, 2004)が、保存食に利用される場合が多いウメは糖度の上昇は腐敗を招くためにその抑制が必要となる(駒野・小林, 2007)。本研究結果では、マルチ区および非マルチ区で糖度に有意差は見られず、マルチ栽培によりウメの糖度が増加するという問題は見られなかった。

3.4 考察

以上の結果を総括すると、試験区 I と試験区 II の供試験樹の個体差よりも、マルチの有無や年度ごとの気象条件の差異の方が、表 2 に示した生育指標に与える影響が大きいことを示唆している。とくに、蒸発散や光合成の盛んな夏季(7 月～9 月)の土壤水分条件に注目すると(図 2, 3 参照)、2010 年は成長阻害水分点の前後で推移し乾燥条件であったのに対し、2010 年は圃場容水量前後の比較的好条件の土壤水分状態であった。その結果、2011 年の着花数や着果数が 2010 年と比較して増加しているとともに、個体重の平均値が著しく増加している。一方、マルチ区は非マルチ区と比較すると、収穫個数と生産量が増加するとともに、個体重のバラツキが小さくなり商品価値のない個体重 15g 以下の果実の発生確率が減少する傾向が顕著にみられた。これは、マルチングが夏季の土壤面蒸発と土壤水分の異常乾燥を抑制したことによって、非マルチ区と比較

して土壌水分が安定していたことなどに起因するものと考えられる。

落葉時期は、非マルチ区よりマルチ区の方が、また2010年より2011年の方が明らかに早まる傾向が見られたが、これは水分ストレスなどの原因による異常落葉ではないと推察される。すなわち、蒸発散が盛んな時期に好適でかつ安定した土壌水分環境が得られると、光合成が十分に行われ多くの炭水化物が蓄積されるので、花芽の分化・形成が促される(大坪, 2009)。その結果、葉からの花芽への窒素の転流が早期に終了し、落葉が早まったものと推察される。

4 まとめ

ウメの生育にとって適切な土壌水分管理について検討することを目的として、蒸発散が最盛期となる夏季から落葉が終了するまでの期間に地表面をビニールで被覆し、土壌面蒸発による異常乾燥を抑制する試験区と、被覆しない試験区を設定し、ビニールマルチによる土壌水分環境などの変化が秋季の落葉やその後のウメの収量と品質に与える影響を明らかにした。その結果、以下のようなことが明らかになった。

(1) マルチ区は土壌面蒸発が少ないので、蒸発散が最盛期となる夏季に干天が継続しても、非マルチ区と比較して土壌水分の減少が抑制され、安定した土壌水分環境が得られた。その一方で、マルチ区は非マルチ区より地温の上昇が確認された。

(2) 蒸発散が最盛期となる夏季に土壌水分が圃場容水量付近で高く維持されると(2011年)、着花数や着果数、ならびに平均個体重が大きくなり、相対的に総収穫量も増大した。

(3) マルチ区は非マルチ区と比較して、収穫個数と生産量が増加するとともに、個体重のバラツキが小さく商品価値のない個体重15g以下の果実の発生率が減少する傾向がみられた。

(4) 蒸発散が盛んな夏季において、土壌水分が高く安定する方が、落葉が早く終了する傾向があった。これは、花芽の分化・形成とそれに伴う葉からの窒素転流が早く終了したことによるものと推察され、翌年の生産量も増大する傾向が見られた。

引用文献

- [1] 木野秀樹(2011): 果実日本 66(10), 日本園芸農業協同組合連合会, pp.21-26.
- [2] 気象庁(2013): 岐阜地方気象台

<http://www.jma-net.go.jp/gifu/>, (参照 2013-03-01).

- [3] 熊谷克巳・鈴木鉄夫(2011): 新版図集果樹栽培の基礎知識, 農文協, p.186.
- [4] 駒野小百合・小林恭一(2007): 屈折糖度計を用いた福井ウメの干し上がり具合の判定法, 福井県農業試験場研究報告, 44, pp.31-33.
- [5] 松田大・羽生剛・小西剛・野中勝利・楠見浩二・黒沢 俊・北島 宣(2011): カキ‘太秋’のマルチ灌漑処理が収獲果実の品質に及ぼす影響, 京都大学農学研究科附属農場, 2011.3.18 発表資料.
- [6] 松田賢一・藤田良和・津川久孝・野島重典・中野眞一・小浦場卓(2002): 日本ナシ‘幸水’の透湿性白色フィルムマルチによる熟期促進, 石川県農業総合研究センター研究報告, 24, pp.1-10.
- [7] 宮原継男(2009): ウメ樹の生育特性. 農業技術体系, 果樹編, 第8巻, ウメ, 農文協, p. 63.
- [8] 宮原継男(1978): 結実を左右する条件. 生育過程と技術, 果樹編, 第8巻, ウメ, 農文協, p. 62.
- [9] 森永邦久・吉川弘恭・草場新之助・島崎昌彦・中尾誠司・星 電宏・谷川美典(2004): 露地栽培ウンシュウミカンにおける周年マルチ点滴かん水同時施肥法の開発, 園学研, 3(1), pp.45-49.
- [10] 森永邦久・吉川 弘恭・中尾誠司・関野幸二・村松昇・長谷川美典(2004): 露地栽培ウンシュウミカンにおける周年マルチ点滴かん水同時施肥法の効果, 園芸学研究, 3(1), pp.33-37.
- [11] 森永邦久・吉川弘恭・草場新之助・島崎昌彦・中尾誠司・星 電宏・谷川美典(2010): カンキツのマルチ・点滴かん水同時施肥システムの開発と普及, 園学研, 9(2), pp.129-135.
- [12] 農林水産省(2011): 分野別分類/作付面積・生産量, 被害, 家畜の頭数など/作物統計/作況調査(果樹), http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_ka_zyu/index.html, (参照 2013-03-01).
- [13] 小川正毅(2009): 落葉の早晩とその影響, 生育過程と技術, 果樹編, 第8巻, ウメ, 農文協, p.91.
- [14] 岡室美絵子・根来圭一・大江孝明(2010): 高地温がウメ樹体に及ぼす影響, 和歌山県農林水産技術センター研究報告, 11, pp.59-66.
- [15] 大坪孝之(2009): 各部の形態と生理, 果樹編, 第8巻, ウメ, 農文協, pp.13-28.
- [16] 相馬魁之・前田 隆・高氏 昇・虻川雄介・石田 勲(1991): 北大農場果樹園の土壌物理環境, 北海道大学農学部農場研究報告, 27, pp.85-98.
- [17] 山本隆儀・奥谷紘平・田中宏幸・川上晃・金本明洋(2008): 根圏へのマルチ処理が甘果オウトウの裂果, 樹体水分状態, 果実肥大および品質に及ぼす影響, 園学研, 7(3), pp.351-358.

この論文の公開の質疑または討議は2014年6月30日まで受付けます。