

## ウメ‘南高’の樹体養分に関する研究 (第3報) 夏秋期の土壤乾燥と樹体養分

三宅 英伸<sup>1</sup>・初山 守<sup>1\*</sup>・中山 幹朗<sup>1\*</sup>・菅井 晴雄<sup>2\*</sup>

農林水産総合技術センター<sup>1</sup>暖地園芸センター・<sup>2</sup>果樹園芸試験場

Studies on Tree Nutrition of *Prunus mume* ‘Nanko’

(3) Soil Moisture Condition in Summer/Fall Period and Tree Nutrition

Hiidenobu Miyake<sup>1</sup>, Mamoru Hatsuyama<sup>1</sup>, Mikio Nakayama<sup>1</sup> and Haruo Sugai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Horticultural Experiment Center • <sup>2</sup>Fruit Tree Experiment Station  
Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries

### 緒 言

ウメは他の落葉果樹とくらべて、展葉から収穫までの期間が短く、収穫後の貯蔵養分合成・蓄積期間が長いことから、特異な栄養生理をもつと考えられ、収穫後に蓄積された貯蔵養分は、翌年の樹体成長や結実・果実肥大に利用される。このことから、連年安定生産をするためには、樹体を適切に管理していくことが重要となる。しかし、和歌山県のウメの主産地は、レキ率が高く、保水性が乏しい土壤の園地が多いことから、夏期に樹体が水ストレスを受け樹勢低下を招きやすいとされ、これが、樹体の栄養生理に何らかの影響を与えていたものと思われる。果実生育期間中の水ストレスが、果実品質・成長に与える影響について、乾物生産やその転流に関する観点から、モモ (Kobashi et al., 1997) やナシ (Teng et al., 1999) では報告されているが、水ストレスが貯蔵養分蓄積期間中に樹体養分に与える影響について調査したものは見当たらない。

そこで、本報では夏秋期の土壤乾燥が樹体養分に与える影響について調査するとともに、夏期以降の土壤乾燥防止をねらいとした、稻わら等を利用した有機物マルチが、樹体養分に及ぼす影響について検討を行った。

### 材料および方法

#### 試験 1 土壤乾燥と樹体養分

1999年に和歌山県田辺市秋津川のパイロット園(岩屑土)に植栽されている‘南高’9年生を用い、夏秋期を土壤乾燥した乾燥区と適湿区を設け、各区2樹供試した。乾燥区は8月5日から10月14日までの70日間、株元から樹冠外周1m先までの地表面を透湿性シートでマルチし、降雨遮断することで樹体に水ストレスを与えた。一方、適湿区は土層の深さ20cmに埋設したテンションメーターのpF値3.0で1回1樹当たり100literのかん水を行った。樹体養分分析の試料として7, 9, 10, 11月に当年枝とその着生葉および細根を採取した。なお、当年枝については短果枝(4~6cm), 中果枝(10~20cm), 長果

1\* 現在：西牟婁地域農業改良普及センター, 2\* 現在：暖地園芸センター

枝（30～50cm）に分けて採取し、その乾物試料を用いて、全糖、デンプンはアントロン硫酸法、窒素はセミミクロケルダール法で分析をした。また、供試樹のうち各区1樹ずつを12月6日に堀上げ、器官別に解体し、乾物重および全糖、デンプン、窒素含有量を調査した。

## 試験2 有機物マルチと樹体の成長および養分

試験1と同じ園地で、1998年から‘南高’8年生樹を用い、夏秋期の土壤乾燥を防ぐ目的で、樹冠下を粗大有機物で覆うマルチ区と裸地区の2区を設け、各区3樹を供試した。マルチ区は1998年5月19日、1999年5月19日、2000年4月25日に、1樹あたり稲わら25kgとオガクズ入り牛ふん肥（現物N：0.5%，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：0.6%，K<sub>2</sub>O：0.6%）75kgを樹冠下に全面施用した（第1図）。樹体成長として、主枝、亜主枝先端5芽の新梢伸長停止率、樹容積、幹肥大、徒長枝発生本数および収量調査を行った。なお収穫は完熟収穫とした。また、1998年7月から10月の期間、各区の土層の深さ20cmにテンションメーターを設置し、土壤水分状態を調査した。樹体養分分析の試料として、6月から11月に当年枝（10～20cm）とその着生葉（中位葉）および細根を採取し、試験1と同様の分析を行った。また、細根活性を測定するため、1998年は6月、9月、1999年は7月、9月に細根を採取し、 $\alpha$ -ナフチルアミン酸化量を求めた。

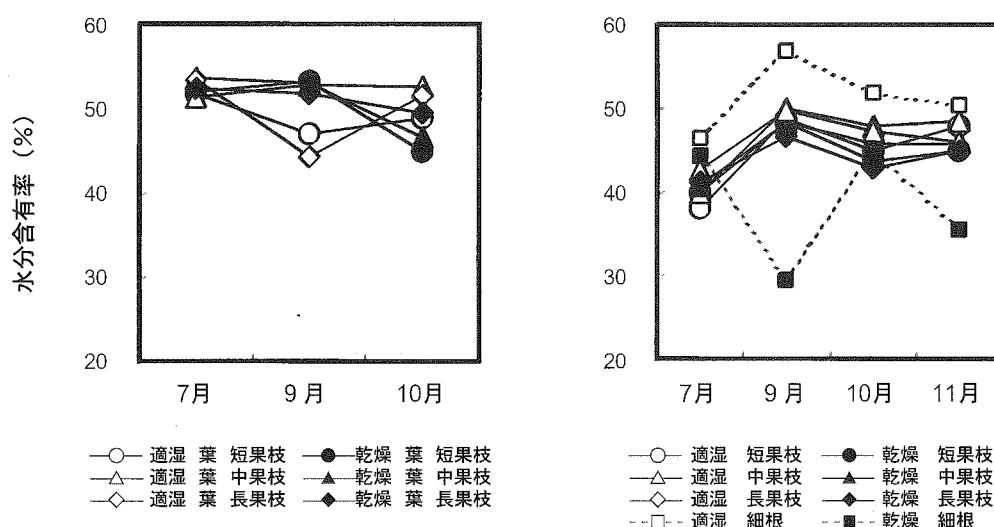


第1図 有機物マルチ栽培

## 結 果

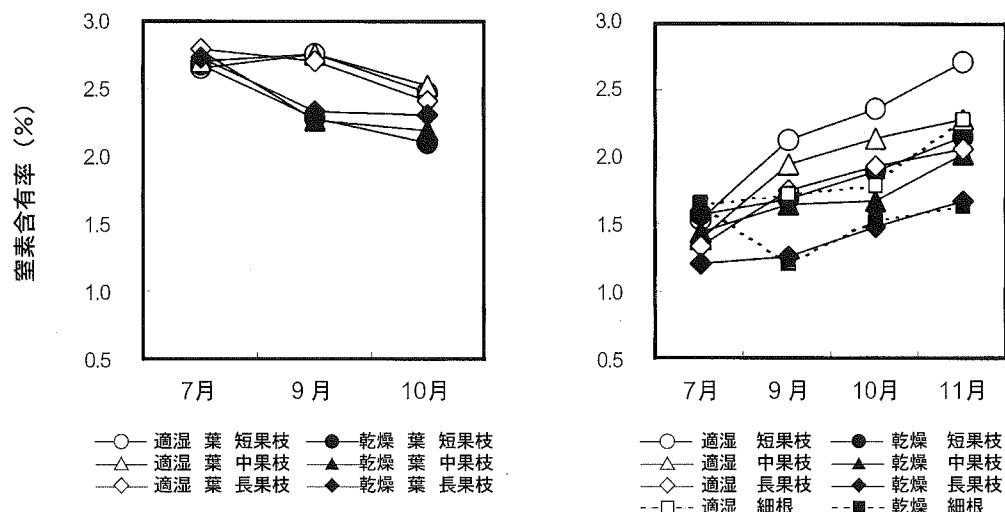
### 試験1 土壤乾燥と樹体養分

器官別水分含有率は、葉ではいずれの枝長着生葉も7月は両区間で差は認められなかつたが、9月には短果枝、長果枝が乾燥区で高く、11月はいずれの枝長着生葉も適湿区で高かつた。当年枝では、いずれの枝長も9月以降適湿区が乾燥区より高かつた。細根は9月以降適湿区で高く、特に9月はその差が大きく、適湿区が56.9%で、乾燥区は29.5%であった（第2図）。



第2図 夏秋期の土壤乾燥と器官別水分含有率

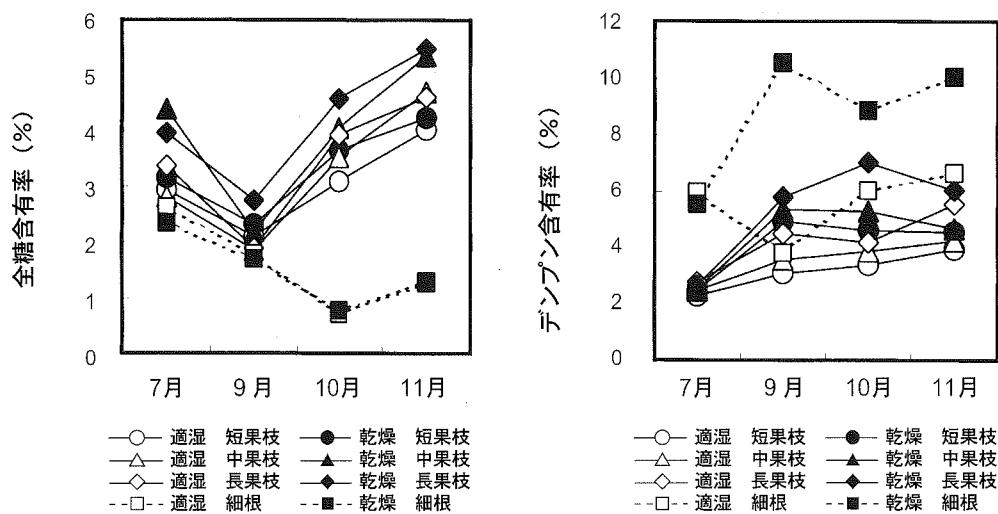
窒素含有率は、葉ではいずれの枝長着生葉も、9月以降適湿区が乾燥区より高く、7月から9月にかけて乾燥区は適湿区にくらべ低下が著しかった。当年枝では、両区ともいずれの枝長も7月から11月にかけて増加したが、9月以降適湿区が乾燥区より高く推移し、7月から9月にかけての増加率は適湿区で大きかった。細根では、9月以降適湿区が乾燥区より高く、各区で異なった推移を示した。適湿区では7月から11月にかけて漸増したのに対し、乾燥区では7月から9月にかけて低下し、その後漸増した（第3図）。



第3図 夏秋期の土壤乾燥と器官別窒素含有率

全糖含有率は、いずれの枝長も7月以降乾燥区が適湿区より高く、両区とも9月に低下し、その後10月、11月と増加した。細根では、各時期を通じて両区間にほとんど差がなく、7月から10月まで低下し、11月に増加した（第4図）。

デンプン含有率は、いずれの枝長も全糖同様、9月以降乾燥区で高くなかった。細根では、9月以降乾燥区が適湿区より高くなり、9月にその差は大きく、乾燥区は適湿区の約3倍となった。時期別にみると、各区間で異なる推移を示し、適湿区では7月から9月にかけて低下し、その後増加したのに対し、乾燥区では7月から9月に増加し、10月にやや低下後漸増した（第5図）。

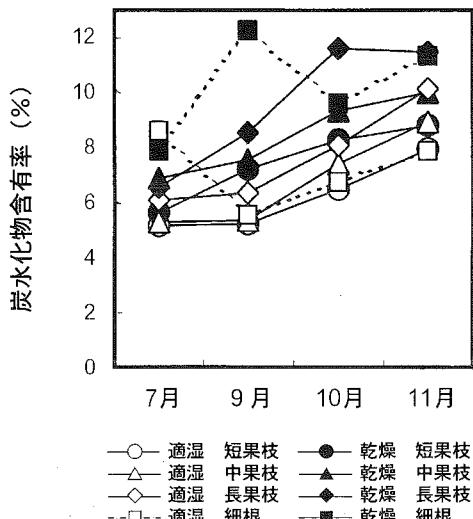


第4図 夏秋期の土壤乾燥と器官別全糖含有率

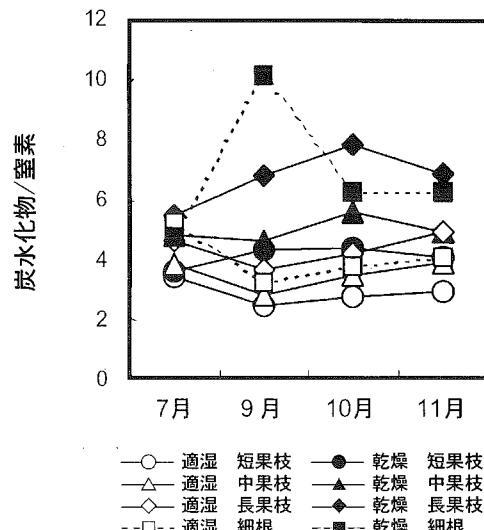
第5図 夏秋期の土壤乾燥と器官別デンプン含有率

炭水化物含有率（全糖+デンプン）は、いずれの枝長も9月以降に乾燥区が適湿区より高かった。時期別にみると、両区とも7月から11月にかけて増加したが、7月から9月にかけて、乾燥区は適湿区にくらべ増加率が高かった。細根では、デンプン含有率とほぼ同様の推移を示した（第6図）。

炭水化物/窒素は、当年枝では9月以降いずれの枝長も乾燥区が適湿区より高かった。細根では、9月以降に乾燥区が適湿区より高く推移した。時期別にみると、適湿区は9月にやや減少し、その後漸増したのに対し、乾燥区では7月から9月にかけて増加し、10月に低下後11月まで横ばい状態となつた（第7図）。



第6図 夏秋期の土壤乾燥と  
器官別炭水化物含有率



第7図 夏秋期の土壤乾燥と  
器官別炭水化物/窒素

約2ヵ月間土壤を乾燥させ、水ストレスを与えた樹体を解体した結果、器官別乾物重では、地上部では両区間にほとんど差はなく、地下部では乾燥区が適湿区より高かった。器官別窒素含有率は、地上部では概ね適湿区が乾燥区より高く、地下部では適湿区で高かった。器官別窒素含有量は、地上部、地下部とも適湿区で高かった（第1表）。細根における炭水化物含有量は、乾燥区が適湿区より高く、小根では適湿区で高かった。炭水化物含有率および炭水化物/窒素は、細根、中根とも乾燥区が適湿区より高かった（第2表）。

第1表 夏秋期の土壤乾燥と器官別乾物重および窒素含有量、窒素含有率

	地上部						地下部**					合計
	葉	当年枝	枝*	幹	果実	地上部計	細根	小根	中根	大根	地上部計	
乾物重(kg)	適湿	1.05	1.53	7.82	2.75	2.84	14.94	0.30	0.78	1.10	3.86	6.04 20.98
	乾燥	0.84	1.37	7.39	2.86	3.29	14.90	0.34	0.54	0.92	5.55	7.35 22.25
窒素含有量(g)	適湿	27.5	29.1	93.1	18.4	49.7	190.3	6.8	19.9	24.5	56.0	107.2 297.4
	乾燥	19.5	22.1	63.5	21.7	57.5	164.8	5.6	11.7	15.3	42.2	74.7 239.5
窒素含有率(%)	適湿	2.62	1.90	1.19	0.67	1.75	1.27	2.29	2.55	2.23	1.45	1.79 1.42
	乾燥	2.31	1.61	0.86	0.76	1.75	1.11	1.63	2.16	1.66	0.76	1.28 1.08

\*2年枝以上

\*\*細根:太さ0.2cm以下、小根:0.2~0.5cm、中根:0.5~1cm、大根:1cm以上

1999.12.6に各区1樹ずつ解体

第2表 夏秋期の土壤乾燥と細根、小根の窒素および炭水化物含有量 (g/樹)

	細根			小根		
	窒素	炭水化物*	C/N**	窒素	炭水化物*	C/N**
適湿区	6.8	23.3 ( 7.8)	3.4	19.9	164.5 (21.1)	8.3
乾燥区	5.6	38.7 (11.4)	7.0	11.7	150.1 (27.8)	12.8

\*( )内は含有率(%)

\*\*炭水化物/窒素

1999.12.6に各区1樹ずつ解体

## 試験2 有機物マルチと樹体の成長および養分

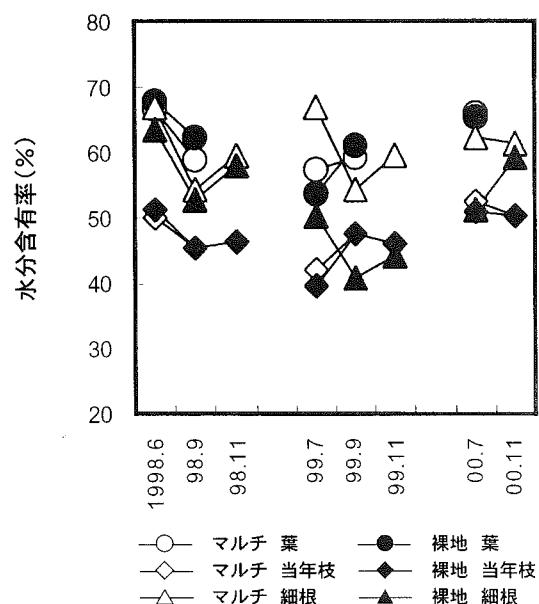
新梢伸長停止率は、2000年の調査では、裸地区がマルチ区より高く推移し、約80%の停止は裸地区がマルチ区より20日程度早かった。樹容積は1998年対比みると、2000年に裸地区が126%，マルチ区が122%と両区間に差はなく、幹肥大は2000年に裸地区が108%，マルチ区が114%となった。徒長枝発生本数は2000年には、マルチ区が8.1本/m<sup>2</sup>、裸地区4.6本/m<sup>2</sup>とマルチ区で優れた。収量は1998年対比でみると、2000年にマルチ区が154%，裸地区が134%であった。

土壤水分状態は、マルチ区と裸地区に埋設したテンションメーターのpF値でみると、マルチ区が裸地区より低く推移し、特に8月から9月にかけてその差が大きく、pF値が2.6以上になった日が、マルチ区では0日であったのに対し、裸地区では9日あった。

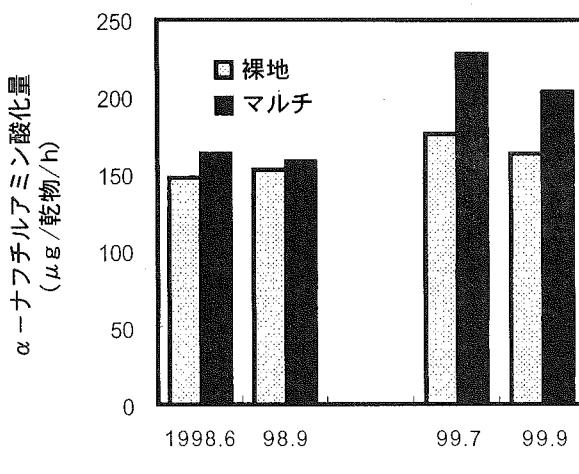
器官別水分含有率は、葉と当年枝(10~20cm)では両区間にほとんど差がなく、細根ではいずれの時期もマルチ区が裸地区より高かった(第8図)。

細根活性はいずれの時期ともマルチ区が裸地区より高かった(第9図)。

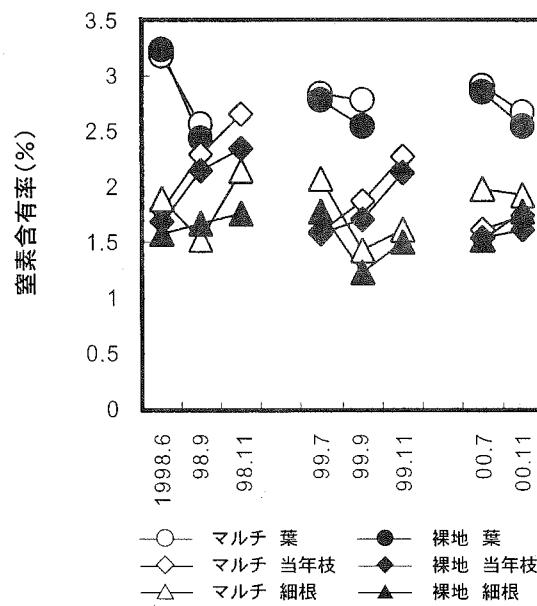
窒素含有率は、葉で1998年9月以降、当年枝で1998年6月以降、細根で1998年11月以降、マルチ区が適湿区より高い傾向にあった(第10図)。



第8図 夏期の有機物マルチと器官別水分含有率

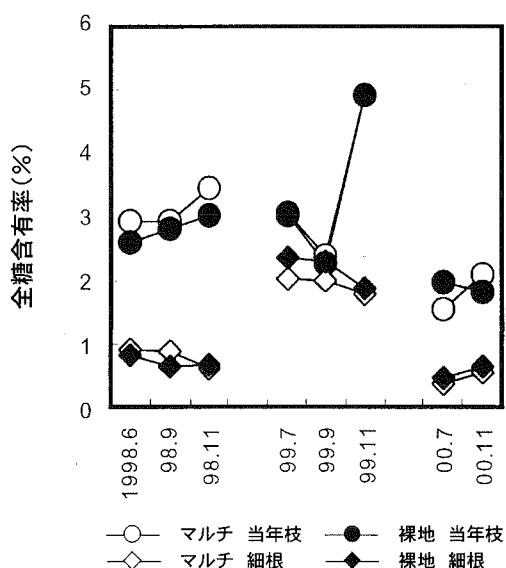


第9図 夏期の有機物マルチと細根活性

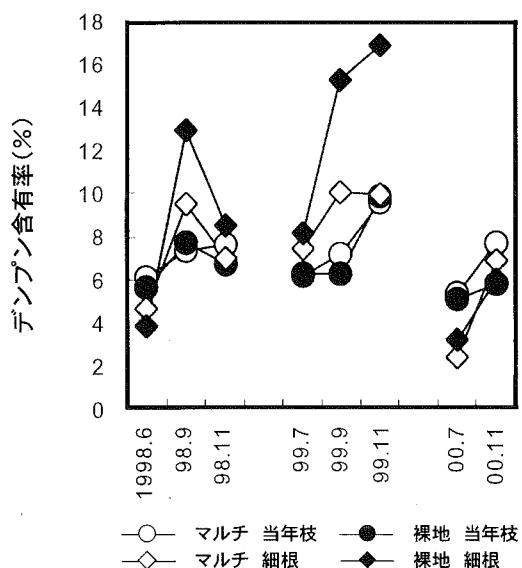


第10図 夏期の有機物マルチと器官別窒素含有率

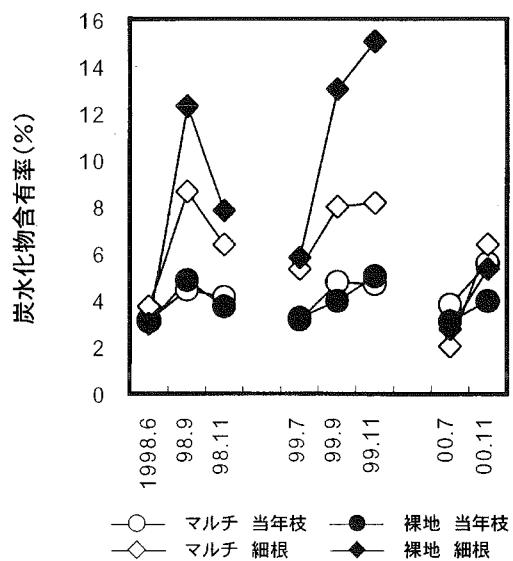
全糖含有率は、当年枝で1998年にマルチ区が高い傾向にあり、1999年に差がなく、2000年に一定の傾向がみられなかった。細根では1998年11月以降裸地区で高い傾向にあった(第11図)。デンプン含有率は、当年枝で1998年、1999年にほとんど差がなく、2000年にマルチ区で高い傾向にあった。細根では、1998年9月以降裸地区で高い傾向にあったが、2000年11月にマルチ区で高くなかった(第12図)。炭水化物含有率は、当年枝で両区間に一定の傾向が認められず、細根で裸地区が高い傾向にあった(第13図)。炭水化物/窒素は、当年枝で裸地区が高い傾向にあった。細根で、1998年9月以降裸地区が高かった(第14図)。



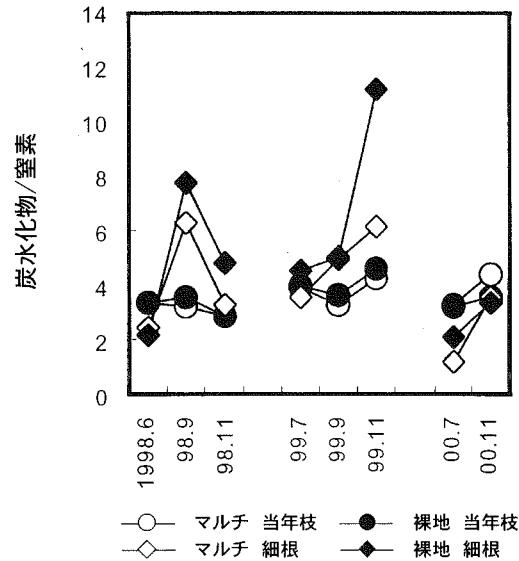
第11図 夏期の有機物マルチと器官別全糖含有率



第12図 夏期の有機物マルチと器官別デンプン含有率



第13図 夏期の有機物マルチと器官別炭水化物含有率



第14図 夏期の有機物マルチと炭水化物/窒素

## 考 察

ウメは貯蔵養分蓄積期間の管理の良否が結実に影響し、連年安定生産をするためには、樹体を適切に管理していくことが重要とされている（長谷部、1988）。貯蔵養分蓄積期間における樹体養分の研究はこれまでいくつか報告されている（福居ら、1966；長谷部、1998；渡辺ら、1990abc；佐原ら、2001）が、夏秋期の土壤乾燥による水ストレスが樹体養分にどのような影響を与えるかについて調査したものは見当たらない。そこで本報ではこの点について、8月から10月にかけて、透湿性マルチシートによる降雨遮断処理を実施した。そして、期間中土壤の深さ20cmに埋設したテンションメーター値がpF3.8以上を示し、樹体に厳しい水ストレスを与えていたことが明らかである。

こうした状況下で、乾燥処理期間中の9月における各器官の水分含有率は、葉で乾燥区が適湿区よりも高く、各枝長、細根で適湿区が高くなかった。特に細根では、乾燥区で低下したのに対し、適湿区で

増加し、その差が大きかった。一般に、水ストレスは細根、葉、茎、果実の各器官で、遊離アブシジン酸（ABA）含量を増加することが他の果樹でも認められており（岩月ら、1994；奥田ら、1995；Kobashi et al., 1997），奥田（1995）はウンシュウミカンにおいて、葉の水ポテンシャルが-1.8 MPa以下になると急激にABA含量が増加することを報告している。葉におけるABA含量の増加は、土壤の水ポテンシャルが低下すると、根でABA合成を増大させ、葉の孔辺細胞に送られた結果、地上部の水ポテンシャルが低下する前に気孔を閉じ、蒸散量を低下させる作用をすると考えられている。このことから、7月から9月にかけての乾燥区で枝葉中水分含有率が低下しなかったのは、葉中のABAの増加により気孔が閉じ、蒸散が抑制されたことや根の水分が枝葉へ移行したことによるものと考えられる。一方、適湿区の葉中水分含有率が低下したのは、土壤中に有効水が豊富なため、光合成・蒸散が盛んに行われていたことによるものと推察される。また、細根の乾燥区における低下は、土壤の水ポテンシャルの低下に伴う吸水抑制によるところが大きいと考えられる。

細根における窒素含有率は、乾燥処理期間中の7月から9月にかけて、適湿区では漸増したのに対し、乾燥区では減少した。根による養分吸収はマスフローによる受動的吸収とエネルギーを用いた能動的吸収によるが、植物が主に吸収する硝酸イオンは、受動的吸収だけではきわめて吸収されにくく、能動的吸収が重要となる（根研究会刊、1994）。また、養分吸収には根の全呼吸の50–70%が消費されると見積もられている（梅宮、1997）。これらのこととは養分吸収と呼吸との間に密接な関係があることを示し、水ストレスは呼吸を抑制するとされていることから（Hsiao, 1973），乾燥区では窒素吸収が抑制され、その結果細根中の窒素含有率が低下したものと考えられる。葉中窒素含有率は、7月から9月にかけて乾燥区で低下が大きく、枝中窒素含有率は、その期間増加するが、乾燥区で低く上昇率もごくわずかであった。葉での低下は、根における窒素吸収が抑制され、地上部への供給が減少したこと、ABAの増加により葉内でタンパク質の分解が促進され（折谷ら、1969），分解された窒素化合物が他器官へ転流したことによるものと考えられる。当年枝では葉と同様に根からの移行は減少していると考えられるが、葉からの窒素化合物の転流によりわずかに増加したものと推察される。各区1樹ずつの解体調査であるが、乾物重は地上部では両区間に差はなく、地下部では乾燥区で高かった。窒素含有率は地上部・地下部とも適湿区で高くなった。また、樹体の窒素含有量は、地上部では適湿区で高く、地下部では、乾物重は乾燥区で大きかったにも関わらず適湿区で高くなつた。これらのことから、夏秋期の土壤乾燥は窒素吸収を抑制し、樹体内的窒素含有量を低下させることができた。渡辺（1990）は、夏秋期における枝葉中のアミノ酸含量と果実収量との間に正の相関関係があると報告していることから、夏秋期の土壤乾燥は翌年の収量に影響を与えるものと推察される。

細根の全糖含有率はいずれの時期も両区間で差が認められなかった。一方デンプン含有率は両区で異なる推移を示し、9月以降乾燥区が適湿区より高くなり、9月にはその差が大きく、乾燥区が適湿区の約3倍となつた。炭水化物（全糖+デンプン）含有率は、デンプンと同様であった。解体調査の結果、細根における炭水化物含有量は、乾燥区で高く、小根では適湿区で高くなつたが、炭水化物含有率および炭水化物/窒素は、細根、中根とも乾燥区が適湿区より高くなつた。杉浦ら（1995）は、水ストレスは光合成産物の分配に影響を与えるとし、二ホンナシで収穫直前に水ストレスを与え<sup>13</sup>C処理40時間後に解体した結果、<sup>13</sup>C転流量は低下するが、根への<sup>13</sup>C分配率は他の器官とくらべて増加したとし、これは水ストレス条件下で根への転流を優先させた結果であると推察している。また、水ストレスは細胞の分裂・伸長成長、タンパク質合成、呼吸などの各種生理過程に対して影響を与えることから（Hsiao, 1973），乾燥区の細根では、地上部からの光合成産物の集積と根の成長や呼吸による消費が減少したことにより、貯蔵型のデンプンが増加したものと推察される。

夏期以降の土壤乾燥防止をねらいとして、樹冠下全面の稻わらとオガクズ入り牛ふん堆肥による有機物マルチ栽培は、裸地栽培とくらべて樹体成長や樹体養分に違いが認められた。すなわち徒長枝発生本数や収量からみた樹体成長は良好であった。また、細根における水分含有率や細根活性、葉、当年枝、細根の各器官における窒素含有率は、マルチ区が裸地区より高く、細根における炭水化物含有

率は、裸地区で高い傾向にあったことから、夏以降の有機物マルチの有無における樹体養分変化は土壤乾燥の有無のそれとほぼ同様の傾向を示すといえる。これらのことから、有機物マルチ栽培は夏期以降の土壤乾燥による樹体の水ストレスを抑制し、樹体の成長を良好に保つことがわかる。また、モモでも幼木における有機物マルチ栽培で、施用2年目に、裸地栽培より葉中窒素含有率が高くなり、樹幹肥大が優れた（千葉、1967）とし、本報でも同様の結果を得た。また、渡辺（1990）は、夏秋期における枝葉中のアミノ酸含量と果実収量との間に正の相関関係があるとし、有機物マルチ栽培による枝葉中窒素含有率と収量の増加は、これを示唆する結果となった。このことから、稻わら等の粗大有機物の連年施用は樹体を良好に維持でき、収量の増加につながる管理法の一つといえる。

## 摘要

和歌山県のウメ主産地の土壤は、レキ率が高く、保水性が乏しいことから、樹体が夏期に水ストレスを受けやすく、樹勢低下の大きな要因となっている。そこで本報では、夏秋期の土壤乾燥が樹体養分に与える影響について調査するとともに、夏期以降の土壤乾燥防止をねらいとした稻わらを利用した有機物マルチが、樹体成長や樹体養分に及ぼす影響について検討を行った。

1. 夏秋期の土壤乾燥により、樹体の水分含有率は低下し、特に細根でその程度が大きかった。
  2. 夏秋期の土壤乾燥により、葉、当年枝、細根等の各器官における窒素含有率および窒素含有量は低下した。特に細根で、適湿にくらべその程度が著しく大きかった。
  3. 夏秋期の土壤乾燥により、当年枝、細根の全糖・デンプンおよび炭水化物含有率は高くなった。特に細根で、適湿にくらべてその差が大きかった。
  4. 夏期の有機物マルチ栽培は裸地栽培より、土壤水分を保持し、土壤乾燥を抑制した。
  5. 夏期に連年の有機物マルチ栽培は裸地栽培より、徒長枝発生本数、収量が多くなり、樹体成長が良好となった。
  6. 夏期の有機物マルチ栽培は裸地栽培より、細根の水分含有率、細根活性および葉、当年枝、細根の窒素含有率が高く、当年枝、細根の炭水化物/窒素が低くなつた。
- 以上のことから、有機物マルチ栽培は、樹体の養水分面からみて、夏期の土壤乾燥防止を図る適切な管理法の1つであると判断された。

## 謝辞

本試験を実施するにあたり、ご協力いただいた和歌山県農林水産総合技術センター果樹園芸試験場品質環境部、西牟婁地域農業改良普及センターの諸氏に感謝の意を表する。

## 引用文献

- 福居幸治・前田 知. 1966. ウメ樹体の栄養生理とその管理. 農及園. 41 (8) : 1195-1198.
- 長谷部秀明. 1988. 夏季せん定によるウメの生産安定に関する研究. 徳島果試特報. 5 : 11-17.
- Hsiao, T. C. 1973. Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol., 24 : 519-570.
- 岩月一祐・桜井直樹・中谷宗一・薬師寺博・小野祐幸. 1994. 水ストレスがウンシュウミカン果実のアブシジン酸と細胞壁に及ぼす影響. 園学雑. 63 (別1) : 148-149.
- Kobashi, K., Gemma, H., Iwahori, S. 1997. Effect of water stress on fruit quality and endogenous abscisic acid (ABA) content in peach fruit. Environ. Control in Biol. 35(4):275 - 282.
- 根研究会刊. 1994. 根ハンドブック.
- 奥田 均・木原武士・岩垣 功. 1995. 水ストレスによるウンシュウミカン果実のABA濃度の増加.

- 園学雑. 64 (別1) : 14-15.
- 折谷隆志. 1969. 作物の窒素代謝に関する研究 第6報 葉片の老化に及ぼすアブシジンサンとカイネチンの影響について. 日昨紀. 38 : 587-592.
- 佐原重広・初山 守・菅井晴雄・横谷道雄. 2001. ウメ‘南高’の樹体養分に関する研究（第1報）器官別無機成分含有量と貯蔵養分の時期別変化. 和歌山県農林水産総合技術センター研究報告. 第2号 : 49-56.
- 杉浦俊彦・本條 均・駒村研三. 1995. 水ストレス下におけるニホンナシ光合成産物の分配について. 64 (別1) : 6-7.
- Teng, Y., Tanabe, K., Tumura, F. and Itai, A. 1999. Effects of Water Stress on Fruit Growth and Partitioning of <sup>13</sup>C-Assimilates in ‘Nijisseiki’ Pear Trees. J.Japan.Soc.Hort.Sci. 68(6) : 1071 - 1078.
- 千葉 勉・関谷宏三・青葉幸二・鈴木勝征. 1967. 果樹園土壤管理法に関する研究（第8報）園芸試験場報告A第6号. : 9-27.
- 梅宮善章. 1997. 果樹根圈機能に関する研究開発の現状と展開方向. 平成9年度農林水産業近畿中国地域研究発表会要旨. 1-19.
- 渡辺 穀・田辺賢治・福井博一・中村三夫. 1990a. ウメ枝葉中の全アミノ酸及び全炭水化物含量と果実収量との関係. 園学雑. 59 (2) : 341-348.
- \_\_\_\_\_. 福井博一・中村三夫. 1990b. ウメ樹における枝の齢と全アミノ酸及び可溶性糖類, デンプン含量の関係. 園学雑. 59 (3) : 641-648.
- \_\_\_\_\_. 1990c. ウメ樹体各器官の炭水化物含量の季節的変化と着果に及ぼす可溶性糖類含量の影響. 福井園試報. 7 : 21-30.

## Summary

The quality of soil at the location of Ume (plum) production in Wakayama Prefecture has a high rate of gravel and does not retain moisture; this causes water-stress for the tree in summer and is, therefore, a strong factor in the decline of tree vigor. We investigated the influences of summer/fall soil dryness on tree nutrition of trees by using rice straws for preventing soil dryness after the summer period.

1. The rate of water content of trees decreased because of soil dryness during the summer/fall period, especially in the area of hairy roots.
2. Because of soil dryness during the summer/fall period, both the rate and quantity of nitrogen decreased in leaves, new branches, and hairy roots. The rate was significantly lower in hairy roots than at normal humidity.
3. Due to soil dryness during the summer/fall period, the rate of total sugar, starch, and carbohydrate increased. The difference was more significant in hairy roots, compared with that at normal humidity.
4. Summer-period organic mulch cultivation retained soil moisture and controlled soil dryness more than non-mulch cultivation.
5. In the summer period, the annual organic mulch cultivation produced a larger number and yield of longer branches, and the growth of the trees improved.
6. Summer period organic mulch cultivation demonstrated a higher rate of moisture content in hairy roots, a higher rate of nitrogen content in hairy-root activity, leaves, new branches and hairy roots, and a lower carbohydrate/nitrogen content in new branches and hairy roots.

In conclusion, organic mulch cultivation is one of the appropriate methods of management for preventing summer time soil dryness from the aspect of water nutrition for the tree.

