

ウメ ‘南高’ の樹体養分に関する研究 (第2報) 樹勢と樹体養分の変化

佐原 重広¹・岩本 和也¹・初山 守^{1*}・菅井 晴雄^{2*}・横谷 道雄^{3*}

農林水産総合技術センター¹暖地園芸センター・²果樹園芸試験場

Studies on Tree Nutrition of *Prunus mume* ‘Nanko’
(2) Changes in Content of Nutrients in Trees of Various Vigors

Shigehiro Sahara¹, Kazuya Iwamoto¹, Mamoru Hatsuyama¹,
Haruo Sugai² and Michio Yokotani²

緒 言

ウメは古来より全国各地で栽培されており、その土地特有の在来品種も多い。主産地である和歌山県は、青ウメ・漬けウメ兼用の‘南高’が約7割を占め、2000年で4,450ha栽培されている。ウメは他の果樹に比べ開花期が早く、収穫期も早いため、収穫後の貯蔵養分蓄積期間が長い果樹である。したがって、毎年安定生産を続けるには、収穫後、適正な樹体養分を維持する必要があると考えられる。ウメの樹体養分に関する研究は、‘紅サシ’や‘鶯宿’を用いた報告がいくつかあるが、‘南高’においてはこれまであまりない。そのため、第1報では、器官別無機成分含有量と貯蔵養分の時期別変化について報告した。

そこで本報では、‘南高’の栄養生理特性を明らかにする一環として、樹勢と貯蔵養分との関係について検討した。

材料および方法

1. 樹勢の異なる園地別の樹体養分

1997年に和歌山県田辺市の樹勢低下がみられない標準園（樹勢中以上）1園、樹勢低下がみられる日高郡南部町の弱樹勢1園、日高郡南部川村の極弱樹勢1園の各2樹ずつ選定した。これらの樹の当年枝（10~20cm）及び根（直径5mm以下）について、1997年は7月（収穫期）、10月、12月（落葉期）に、また、1998年には6月（収穫期）、9月、11月（落葉期）の計6回調査した。採取した試料は新鮮重を測定し、乾燥粉碎後、全窒素、水溶性窒素、全糖、デンプン含有率を分析した。

2. 同一園内の樹勢別樹体養分

1998年に和歌山県田辺市の樹齢9年生園（A園）及び日高郡南部川村12年生園（B園）の2園選定した。調査樹には、樹勢中庸な樹（以下中樹）と樹勢低下程度の異なる樹（同弱樹及び極弱樹）を、A園の中樹が2樹のほかは各園3樹ずつ選定した。1樹当たりの収量は、A園の中樹で23.4kg（1果重28.0g）、

^{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、^{3*}現在：有田地域農業改良普及センター

弱樹で27.7kg（同16.3g）、極弱樹で13.2kg（同15.9g）だった。また、B園では中樹で97.0kg（同27.1g）、弱樹で50.5kg（同25.4g）、極弱樹で23.7kg（同13.1g）だった。これらの樹について、6月4日、10日（A園）及び3日、16日（B園）に果実を採取し、N、P、K、Mg、Ca含有率を調査した。また、当年枝（10～20cm）、根（直径5mm以下）の全窒素、水溶性窒素、全糖、デンプン含有率について、6月（収穫期）、9月、11月（落葉期）の3回調査した。当年枝着生葉は6月、9月の2回採取し、その全窒素含有率を調査した。個葉光合成速度の測定は、SPB-H4（島津製作所）を用い、8月7日、11日（A園）、26日（B園）の午前中1樹当たり5葉行い、A園では3樹（中樹は2樹）、B園では2樹調査した。さらに、B園では、1999年2月9日に総着花数を調査した。

結 果

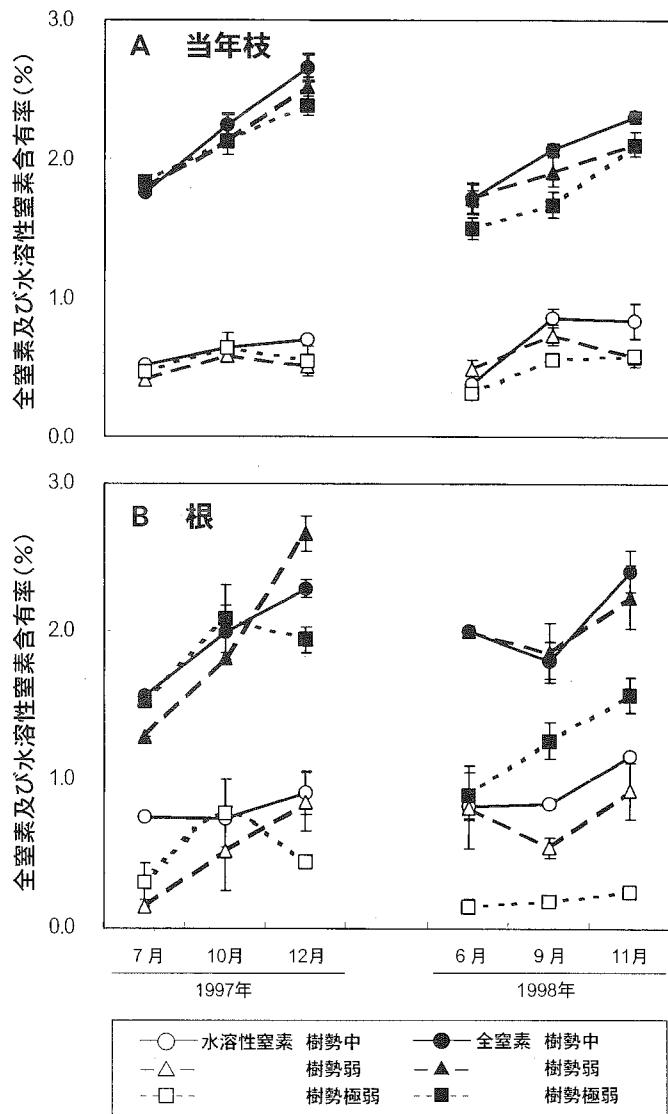
1. 樹勢の異なる園地別の樹体養分

全窒素含有率は、当年枝で収穫後から落葉期にかけて漸増したが、樹勢低下樹は中樹に比べ、1997年12月以降低く推移した（第1図A）。また、根（直径5mm以下）で1997年12月以降、極弱樹が他樹勢樹より低く推移した。同様に、水溶性窒素含有率は、当年枝で1998年11月に低下樹が0.58%と中樹の0.84%に比べて低かった。また、根で極弱樹が1997年12月に0.45%と低下後、0.15～0.25%と中樹より著しく低く、弱樹も1998年9月以降中樹より低く推移した（第1図）。

全糖含有率は、当年枝で1997年7月に5.0～6.8%と高く、10月に低下後、12月に增加了。同様に、1998年は9月に谷があり、その後増加した。極弱樹は、1997年12月に4.0%，1998年11月に4.6%と落葉期に他樹勢樹より高かった。また、根では、当年枝の約1/3～1/4と低く、1997年の中樹で10月に谷があり、その後12月に增加了が、弱樹で微減し、極弱樹で減少した。1998年はすべての樹で6月から11月にかけて漸減した。

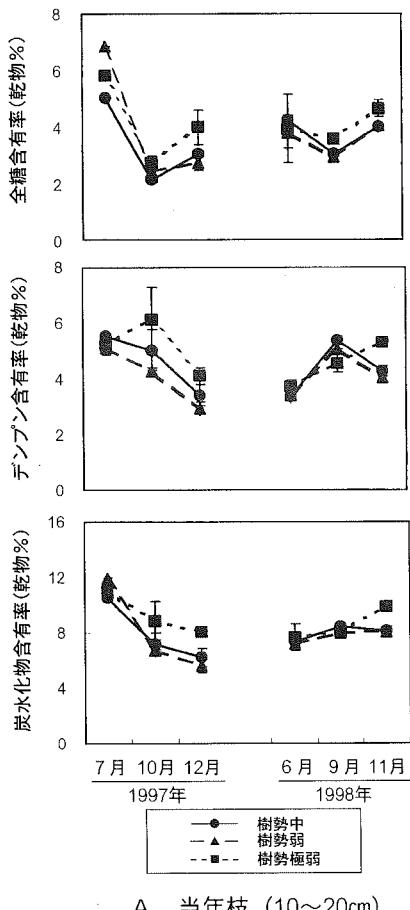
デンプン含有率は、中樹及び弱樹の当年枝で1997年に期間中漸減した。1998年には9月に山があった。一方、極弱樹は1997年で10月にピークがあり、1998年で期間中漸増し、1997年12月に4.1%，1998年11月に5.3%と他樹勢樹より高かった。根は、概して当年枝より高く、1997年7月に低下樹で5.0%と中樹の11%より低く、12月も5.4%と中樹の7.7%より低かった。1998年ではいずれの樹も9月に山があった。

炭水化物含有率（全糖+デンプン）は、当年枝で、1997年に期間中漸減し、1998年に中樹と弱樹で

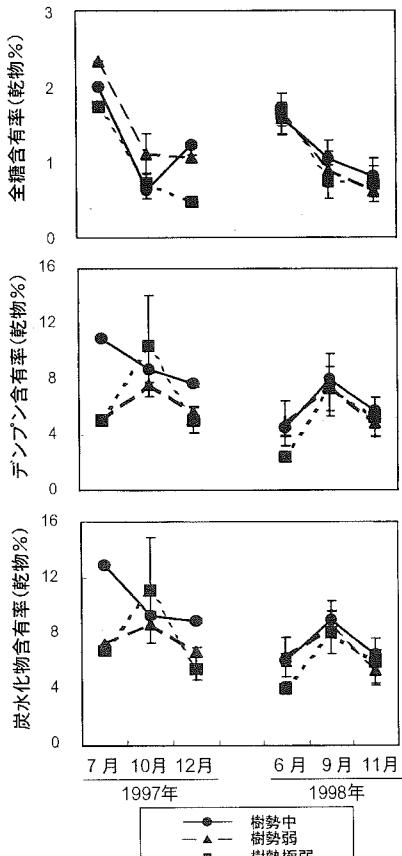


第1図 樹勢の異なる園地別新梢・根の水溶性窒素と全窒素含有率の推移

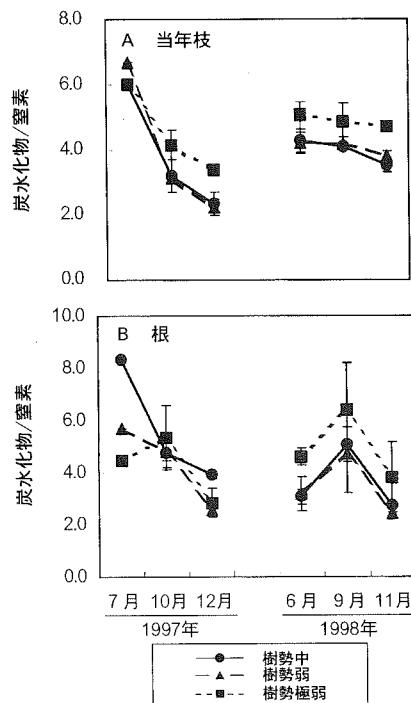
変化がなく、極弱樹で漸増した。また、極弱樹は、落葉期に他樹勢樹に比べ高かった。そして、根は、デンプン含有率と同様の傾向であった（第2図）。



A 当年枝 (10~20cm)



B 根 (直径 5mm)



第3図 樹勢の異なる園地別新梢・根の炭水化物/窒素の推移

炭水化物/窒素は、当年枝で1997年に期間中減少し、1998年に期間中わずかに減少した。極弱樹は1997年10月以降、他樹勢樹より高く推移した。根で、1997年に中樹は当年枝と同様に7月に高く、その後減少したが、低下樹は7月、12月に中樹より低かった。1998年はいずれの樹も6月から9月にかけて高くなり、11月に低下した。また、極弱樹は他樹勢樹より高い傾向であった（第3図）。

2. 同一園内の樹勢と樹体養分

A園（田辺市）の全窒素含有率は、当年枝において、中樹で6月から11月にかけて漸増し、低下樹で9月から11月まで一定か減少し、中樹より低かった。水溶性窒素含有率は6月から9月まで増加し、11月に中樹で変わらず、低下樹で減少した。また、根において、全窒素含有率は、6月に低下樹で1.2%と中樹の2.4%より低く、9月に低下樹で1.7%と増加したが、中樹で1.9%と減少した。水溶性窒素含有率は、いずれの時期も低下樹で0.30～0.37%と中樹の0.72～1.0%より低かった。B園（南部川村）の全窒素含有率、水溶性窒素含有率は、当年枝において、いずれの樹も6月から11月に漸増した。また、根においては、A園と同様に、低下樹で中樹より低く推移した（第4図）。

A園の葉中窒素含有率は、6月に3.3～3.4%で、9月に中樹で2.8%，低下樹で2.5%になった。B園では、6月に中樹で3.6%，低下樹で3.4%だったが、9月に中樹・弱樹で2.5%，極弱樹で2.3%となつた（第5図）。

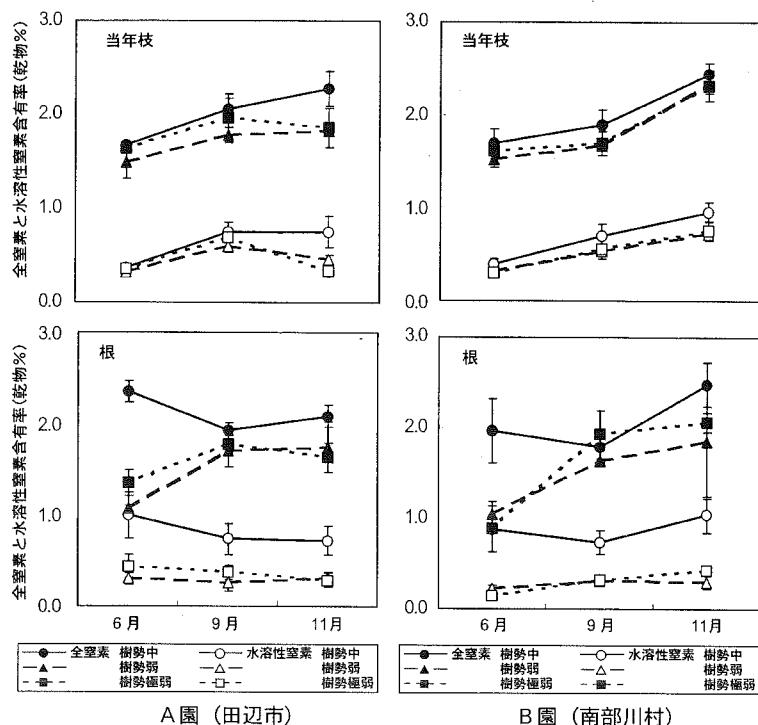
A園における当年枝の全糖含有率は、中樹で6月の2.6%から9月の2.3%に微減し、その後11月に3.1%と増加した。また、低下樹で6月に4.1%と高く、9月に3.3%、11月に3.9%といずれの時期も中樹より高く推移した。デンプン含有率は、6月の平均3.1%から9月に同4.8%と高まり、11月に弱樹で5.0%と高く、極弱樹で4.0%，中樹で3.7%と低かった。炭水化物含有率は、6月に低下樹で7.3%と中樹の5.8%より高く、11月に弱樹で9.2%，極弱樹で7.6%と中樹の6.8%より高かつた。B園においても同様の傾向で、全糖、デンプン、炭水化物含有率は、6月、11月に低下樹で中樹より高かつた(第6図)。

根の全糖、デンプン、炭水化物含有率は、A、B園とも同様に推移した。すなわち、全糖含有率は、いずれの樹も6月に高く、11月に減少した。デンプン、炭水化物含有率は、9月に山があり、低下樹で中樹より低かつた(第7図)。

当年枝の炭水化物／窒素は、両園とも6月、11月に低下樹で中樹より高かつた。根では、A園の中樹で9月に山があり、B園の6月に低下樹で平均5.0と中樹の2.4より高かつた(第8図)。

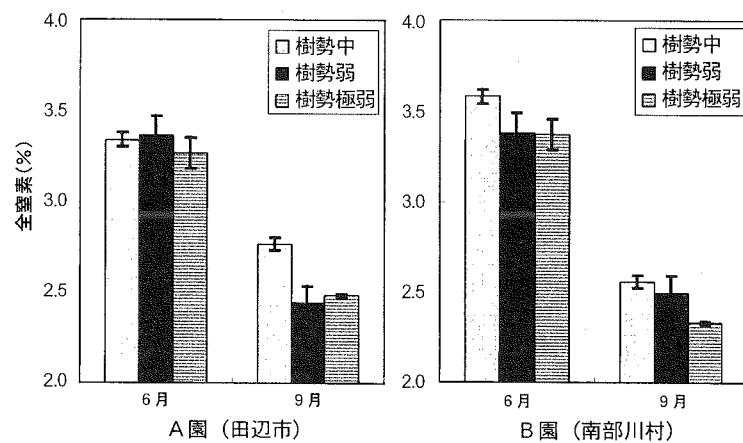
果実の無機成分含有率は、両園とも同様の傾向にあり、N、Mgで果肉、核において、Kで果肉において、中樹が低下樹より高かつた。P及びCaは樹勢による違いが明らかでなかった(第1表)。

個葉の光合成速度は、両園とも樹勢の低下とともに減少し、また気孔コンダクタンスも同様であった(第2表)。



※当年枝は10~20cm、根は直徑5mm以下

第4図 同一園内の樹勢と当年枝・根の窒素含有率の推移



※10~20cm当年枝の着生葉

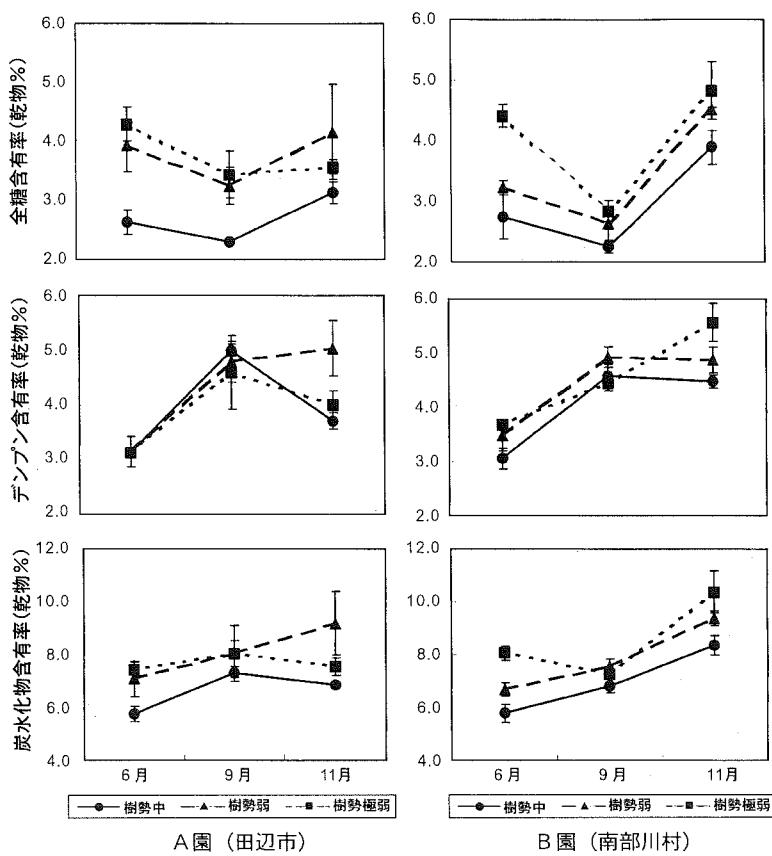
第5図 同一園内の樹勢と葉中窒素含有率

考 察

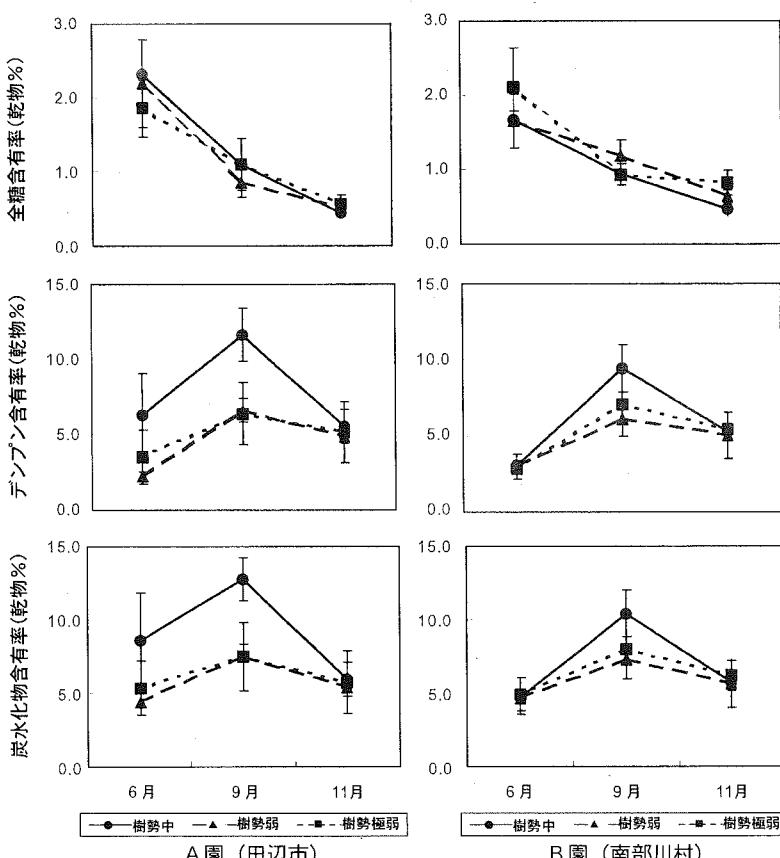
本県の主要品種である‘南高’は、樹勢の低下とともに徒長枝(50cm以上の当年枝)の発生数が減少し、葉が小さくなり、さらに樹勢低下が進むと収量が減少するとされている。そのため、樹勢を良好に維持し、安定生産を図るには、‘南高’の樹体栄養生理を把握することが大切であるが、既往の知見は皆無である。そこで、ここではその一環として、樹勢と貯蔵養分との関係について検討した。調査1では樹勢の異なる園地別に、調査2では同一園内における樹勢別に貯蔵養分を調査した。

当年枝の全窒素含有率は、第1報と同様に収穫後から落葉期まで漸増したが、調査1の1998年及び調査2のA園（田辺市）で、落葉期に樹勢低下樹が中樹勢樹より低かった。また、水溶性窒素含有率は全窒素含有率と同様の結果であった。そして、根（直径5mm以下）の全窒素含有率は、調査1の1997年12月以降に極弱園で他樹勢園より低く、調査2の両園（田辺市、南部川村）で6月に低下樹で中樹より低かった。また、水溶性窒素含有率は、調査2の低下樹でいずれの時期も中樹より低かった。さらに、葉中窒素含有率は、樹勢低下樹で6月から9月にかけて中樹勢樹より著しく減少した。このことは、一般に窒素は根で吸収され、導管を通じて地上部に運ばれることや、新堂ら（1990）が、極早生ウンシュウミカンにおいて、樹勢弱樹の根活力は樹勢強樹より低く、樹勢低下とともに根の働きが弱くなると報告していることから、樹勢低下樹で根の活性が低かったことによるものと思われる。また、三宅ら（2002）は、夏秋期の土壤乾燥により、葉、当年枝、細根の窒素含有率が低下すると報告しており、樹勢低下園の当年枝及び根で、全窒素及び水溶性窒素含有率が低かったのは、土壤乾燥と類似した吸収抑制によるものと考えられる。

葉で生産された同化養分は、生育期には新梢伸長や果実肥大に利用され、収穫後は貯蔵器官である旧枝や根に移行し貯蔵される。当年枝の全糖含有率は、収穫後から秋期にかけて低下し、落葉期にかけて増加するが、落葉期に樹勢低下樹で中樹より高い傾向であった。また、調査1の1997年を除き当年枝のデンプン、炭水化物含有率は、落葉期に樹勢低下樹で中樹より高くなかった。それに対し根では、調査1の極弱樹で、1997年7月



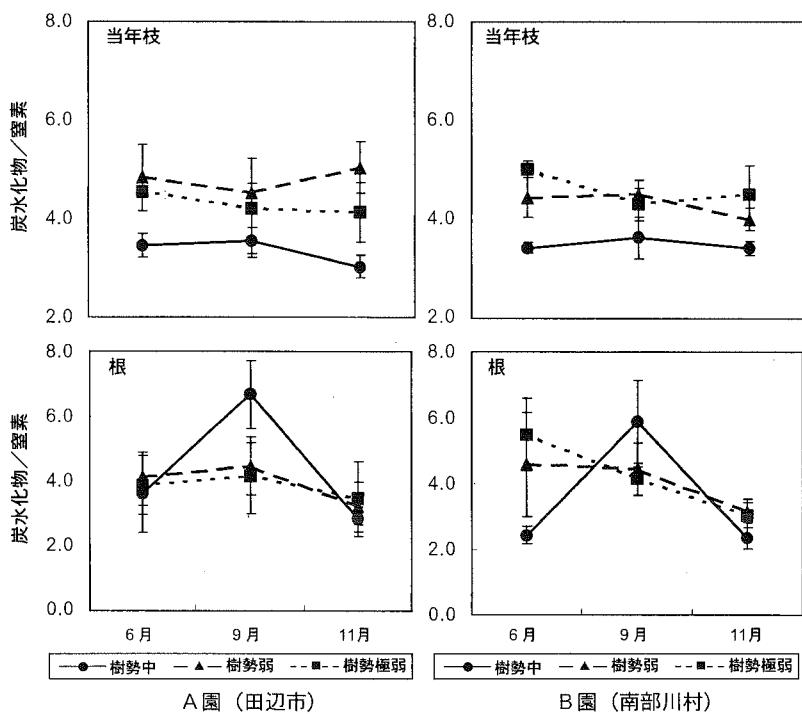
A園（田辺市）
B園（南部川村）
※当年枝は10～20cm,
第6図 同一園内の樹勢と当年枝の全糖、デンプン、炭水化物含有率の推移



A園（田辺市）
B園（南部川村）
※根は直径5mm以下,
第7図 同一園内の樹勢と根の全糖、デンプン、炭水化物含有率の推移

及び12月にデンプンが、落葉期に炭水化物含有率が中樹より低く、1997年12月は全糖含有率も低かった。このことから、同化養分の地下部貯蔵器官への転流が、樹勢低下樹では正常に行われていないと推測される。Mohammadら(1998)は樹勢の異なるウンシュウミカン樹において、細根内デンプン粒は樹勢弱樹で少なく、消化されるのが遅いと報告しており、ウメ樹も同様に樹勢低下樹で細根へのデンプン等の蓄積が少ないと思われる。

そして、当年枝の炭水化物/窒素(C/N)は、調査1の落葉期及び調査2の6月と11月に樹勢低下樹で中樹より高くなつた。C/N



※当年枝は10~20cm、根は直径5mm以下

第8図 同一園内の樹勢と当年枝・根の炭水化物／窒素の推移

第1表 同一園内の樹勢と果実中無機成分含有率 (乾物%)

場所	樹勢	部位	N	P	K	Mg	Ca
A園 (田辺市)	中	果肉	1.58±0.28	0.17±0.01	1.29±0.22	0.050±0.022	tr.
		核	2.98±0.14	0.20±0.01	0.28±0.01	0.089±0.003	0.036±0.001
	弱	果肉	0.67±0.07	0.11±0.01	0.51±0.22	0.024±0.007	tr.
		核	2.68±0.17	0.19±0.00	0.30±0.01	0.077±0.006	0.022±0.003
	極弱	果肉	0.76±0.04	0.12±0.03	0.80±0.52	0.025±0.008	tr.
		核	2.86±0.04	0.20±0.00	0.32±0.02	0.075±0.007	0.028±0.012
B園 (南部川村)	中	果肉	0.79±0.10	0.12±0.01	1.16±0.10	0.034±0.005	tr.
		核	3.06±0.10	0.18±0.01	0.29±0.04	0.093±0.008	0.034±0.001
	弱	果肉	0.63±0.17	0.10±0.01	0.83±0.16	0.026±0.006	tr.
		核	2.78±0.15	0.17±0.00	0.25±0.01	0.074±0.002	0.035±0.009
	極弱	果肉	0.59±0.06	0.09±0.02	0.64±0.08	0.024±0.003	tr.
		核	2.39±0.35	0.17±0.01	0.29±0.01	0.069±0.007	0.032±0.003

※tr.はわずかに検出

第2表 同一園内の樹勢と個葉光合成速度 (1998年8月)

園地 ^y	樹勢	光合成速度($\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$) ^z	有効日射量	気孔コンダクタンス
A園 (田辺市)	中	12.1±0.5	1,466±268	0.23±0.07
	弱	7.9±0.8	1,959±349	0.15±0.03
	極弱	5.8±3.5	1,693±294	0.10±0.06
B園 (南部川村)	中	12.5±0.9	1,515±363	0.39±0.08
	弱	11.4±1.6	1,691±222	0.36±0.08
	極弱	6.7±2.1	1,631±364	0.15±0.07

^z午前中、1樹5葉調査

^yA園は3樹、B園は2樹の平均

は、一般に花芽分化や果実生産力と関連があり、一定の水準であれば花芽分化や着果が安定すると言われている。渡辺ら(1990b)は、ウメの果実生産には、単に炭水化物含量が高いだけでなく、一定以上の窒素レベルも必要であると報告している。今回の調査では、B園における翌年の着花数は、樹勢中樹の14,218花に対し、弱樹で5,008花、極弱樹で2,337花と少なかったが、このことは、樹冠の大きさの違いや落葉期に当年枝及び根の窒素含有率が低かったためと思われる。また、渡辺ら(1990a)は、貯

蔵養分蓄積器官中の葉のアスパラギン酸含量や短果枝のアルギニン含量が、ウメ生産のための窒素の栄養診断指標の一つとなると述べている。

果実は主要なシンク器官であるが、樹勢低下樹の果実中の無機成分含有率は、N, Mgで果肉、核において、Kで果肉において、中樹より低く、樹体の貯蔵養分からの移行や根からの吸収量が少ないことが推察される。

樹勢別の個葉光合成速度は、樹勢の低下とともに減少し、気孔コンダクタンスも同様であったが、これは葉中窒素含有率や水分含量などが影響していると思われる。

本報では、樹勢の低下程度と当年枝や根中の貯蔵養分との関係を明らかにしたが、着果程度と貯蔵養分との関係や安定生産のための栄養診断指標の確立は今後の課題である。

摘要

ウメ‘南高’の樹体栄養生理を解明する一環として、樹勢（極弱・弱・中以上）と収穫後の全窒素、水溶性窒素、全糖、デンプン、炭水化物含有率との関係を1997年から1998年の2年間検討した。

1. 樹勢の異なる園地別調査において、樹勢極弱園の当年枝（10～20cm）及び根（直径5mm以下）は、1997年12月以降全窒素及び水溶性窒素含有率が樹勢中・弱園より低かった。
2. 樹勢極弱園の当年枝では、落葉期の全糖及び炭水化物含有率が他樹勢園より高かった。また、樹勢中園の根で、1997年7月及び12月にデンプン及び炭水化物含有率が樹勢低下園より高く、12月では全糖含有率も増加した。
3. 樹勢極弱園の炭水化物／窒素は、当年枝で1997年12月以降高く推移した。また、根で1998年6月以降高い傾向であった。
4. 同一園内の樹勢別調査では、当年枝の全窒素及び水溶性窒素含有率は、落葉期に樹勢低下樹で樹勢中樹より低く、根の水溶性窒素含有率はいずれの時期も中樹より低く推移した。
5. 樹勢低下樹の葉中窒素含有率は、6月から9月にかけて樹勢中樹より著しく減少した。
6. 樹勢低下樹の全糖含有率は、当年枝で樹勢中樹より高く推移し、デンプン含有率は落葉期に高かった。また、デンプン及び炭水化物含有率は、9月に根で樹勢中樹より高かった。
7. 樹勢低下樹の炭水化物／窒素は、当年枝で樹勢中樹より高く推移した。
8. 樹勢低下樹の果実中無機成分含有率は、N, Mgで果肉、核において、Kで果肉において中樹より低かった。P及びCaは樹勢による違いが明らかでなかった。
9. 個葉の光合成速度は、樹勢の低下程度とともに減少し、また気孔コンダクタンスも同様であった。

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、日高及び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

- 新堂高広・岩切徹・松瀬政司. 1990. 極早生温州の樹勢弱化に関する研究（第2報）樹勢弱化の実態解析（樹体栄養、根量及び根活力). 園学雑. 59 (別2) : 18-19.
- Pear Mohammad and Masaya Shiraishi. 1998. Anatomical Observations on the Accumulation and Utilization of Storage Starch and Epidermis - related Development in Roots of Vigorous and Non - vigorous Satsuma Mandarin Trees from Early Winter to Early Summer. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 67(5):660 - 670.

- 三宅英伸・初山守・中山幹朗・菅井晴雄. 2002. 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. 和歌山県農林水産総合技術センター研究報告. 第3号.
- 渡辺毅・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.

Summary

To elucidate the physiology of tree nutrition of *Prunus Mume 'Nanko'*, we studied the relationship between tree vigor (extremely weak, weak, above average) and the content of total nitrogen, water-soluble nitrogen, total sugar, starch and carbohydrates after harvesting, for two years from 1997 to 1998.

1. Orchards with trees of different tree vigor revealed that total nitrogen and water-soluble nitrogen content was lower in new branches (10-20cm) and roots (under 5mm diameter) in orchards with trees of extremely weak vigor than in the orchards with average and weak vigor trees after December, 1997.
2. In orchards with extremely-weak-vigor trees, the content of total sugar and starch during the leaf-shedding period was higher in new branches than in orchards with trees of the other vigors. Also in orchards with average-vigor trees, the content of starch and carbohydrates was higher than that in orchards with weak-vigor trees in July and December of 1997, and the content of total sugar increased in December.
3. In orchards with extremely-weak-vigor trees, the carbohydrate/nitrogen ratio in new branches increased after December, 1997; it was also higher in roots after June 1998.
4. Our study of trees with different tree vigor in the same orchards showed that the content of total nitrogen and water-soluble nitrogen was lower in lower-vigor than in average-vigor trees, during the leaf-shedding period. The content of water-soluble nitrogen in roots was lower than that in average-vigor trees in any period.
5. From June to September, the content of nitrogen in leaves of lower-vigor trees was significantly lower than in average-vigor trees.
6. The content of total sugar in new branches of lower-vigor trees increased more than in branches of average-vigor trees. The content of starch was higher during the leaf shedding period; also, the content of starch and carbohydrates increased more than in average-vigor trees in September.
7. The carbohydrate/nitrogen ratio in new branches of lower-vigor trees was higher than that of average-vigor trees.
8. The content of inorganic components in the fruit of lower-vigor trees was lower than in the fruit of average-vigor trees: N and Mg in fruit and genes, and K in the fruit. The content of P and Ca could not be accurately determined in trees of different vigor.
9. The rate of photosynthesis in individual leaves decreased in proportion with lower tree vigor; the same condition was observed in the conductance by stoma.