

学 位 論 文 題 名

ウメの収量、品質の向上に関する栄養生理学的研究

学位論文内容の要旨

ウメは休眠が早期に終わり、展葉に先立って開花・結実し、収穫期が主要な果樹の中では最も早い反面、果実収穫後から落葉までは4か月以上の長期間を要するという特徴をもっているが、その栽培技術体系、特に施肥など樹体の栄養管理法が他の果樹に比べて十分解明されていない。

本研究は、ウメの収量、品質の向上に関する諸問題について栄養生理学的な観点から検討したもので、次の諸点を明らかにした。

1. 養分吸収の特徴と年間養分吸収量：ウメ樹の無機成分吸収の推移と樹体の解体調査の結果、9月以降の同化養分が合成・蓄積される時期には窒素含有率が、また4、5月の新梢伸長期と果実肥大期にはカリウム含有率が生育と収量に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。そしてウメの栄養診断のための葉分析を行う時期は6月上旬または10月上旬が適当であり、診断基準値は他の樹種よりも全般に高く、6月上旬では、窒素 $3.6 \pm 0.1\%$ 、リン $0.23 \pm 0.01\%$ 、カリウム $4.4 \pm 0.2\%$ 、カルシウム $1.7 \pm 0.1\%$ 、マグネシウム $0.36 \pm 0.05\%$ が、また10月上旬では、窒素 $2.3 \pm 0.1\%$ 、リン $0.14 \pm 0.01\%$ 、カリウム $3.3 \pm 0.4\%$ 、カルシウム $2.1 \pm 0.2\%$ 、マグネシウム $0.31 \pm 0.06\%$ が目安になるものと考えられた。

14年生の1樹全体の主要無機成分含有量をみると、窒素が793.8gで最も多く、次いでカリウム、カルシウム、リン、マグネシウムの順であった。10a当り30本植栽し、1,350kgの収量を上げた成木の推定養分吸収量は、窒素14.2kg、リン酸3.4kg、カリ15.4kg、石灰12.9kg、苦土2.8kgとなり、窒素、カリ、石灰で全体の92%を占め、特にウメはカルシウムの吸収が多いことを明らかにした。この養分吸収量を基礎に10a当りの三要素の施肥量を試算すると、窒素19.0kg、リン酸8.5kg、カリ19.3kg、となった。

2. 土壌の理化学性とウメ樹の生育：200haのウメ園を対象に細密な土壌の実態調査を行い、土壌の化学性とウメ樹の生育との関係を明らかにするとともに、ライシメーターを用い、窒素、カリウム、カルシウムを施用した時の土壌中での成分の動きと生育への影響を測定した。その結果、約60%以上のウメ園で置換性カリウムや有効態リン酸が基準値以上含まれている反面、石灰

不足の地域が40%分布しているため、全般に pH は低く、ca/k 比も小さく、塩基バランスが不均衡であることが明らかとなった。そしてこの傾向は生産力の低い樹齢の進んだ園や連作園で顕著であった。土壌中の置換性塩基含量と葉中含有率との関係をみると、カルシウムとマグネシウムでは正の相関がみられたが、カリウムでは一定の関係はみられなかった。

ライシメーター試験の結果は、土壌の pH が7.0では生育が旺盛であったのに対し、pH4.5の生育量は極めて劣っていた。また、各養分の中ではカルシウムの溶脱が最も多く、カルシウムやマグネシウムは、硝酸イオンとの関係が強いため、窒素の多用が塩基類の溶脱を促した。さらに、夏肥は高温による硝酸化成の促進と降雨による流亡のため肥効の持続期間が短かった。したがって、9月上中旬に貯蔵養分の増大と花芽の充実を目的として、いわゆる「花芽肥」ともいうべき施肥を行うことが、より高位安定生産につながるものと考えられた。

3. 樹体内貯蔵養分の集積過程：炭水化物やタンパク質構成アミノ酸などの貯蔵養分の集積過程を調査した結果、9月以降の葉や短果枝中の全アミノ酸含量と果実収量との間に高い正の相関が認められるとともに、6、7月の収穫期を境に葉と短果枝のアスパラギン酸、プロリン、アルギニン、アミノ酸組成が大きく変化することから、これらのアミノ酸が移行、貯蔵形態として窒素代謝の重要な役割を演じているものと考えられた。また、多収樹は低収樹に比べ、貯蔵養分蓄積期間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高かったことから、これらのアミノ酸が窒素の栄養診断の一つの指標物質になり得るものと推察された。

結果枝長別の全アミノ酸及び可溶性糖類、デンプン含量はいずれも短果枝が最も高く、また短果枝は、中、長果枝に比べ全アミノ酸の中ではアルギニンが著しく高く、糖の種類別ではスクロースやソルビットの割合が高かった。樹齢別の結果枝の比較では、全アミノ酸含量は、老木が若木や成木に比べてやや高く、デンプンやスクロース含量も樹齢が進むにしたがい高くなった。側枝の発生年代別の結果枝を比較すると、全アミノ酸は3、4年生の側枝で高く、可溶性糖類やデンプン含量は5、6、7年生の古い側枝で高かった。枝の可溶性糖含量と着果との関係については、10月のスクロース含量や5月のソルビット含量と果実肥大後半の着果率との間には高い関係がみられた。さらに夏肥重点施肥や夏季せん定により、貯蔵養分蓄積期間中における枝の窒素や全炭水化物含量が高まることも明らかになった。

4. 成熟に伴う果肉内成分の変化：福井県の代表品種である「紅サシ」を中心に調査した結果、果実の主要成分である果肉のクエン酸は、果実の成熟に伴い上昇するのに対しリンゴ酸は低下した。また、ウメ干し品質として最適とされたものは、加工時のクエン酸含量が3,000mg/100g FW 前後に達したものであった。そこで、流通期間中のクエン酸含量の増加を考慮すれば収穫開始時期の指

標は、果肉のクエン酸含量が2,000mg/100gFW 以上に達していれば問題はないと考えられた。そして開花盛期から、クエン酸2,000mg/100gFW 到達日までの日数(Y)と2月1日を起算日とした時の開花盛期までの日数(X)との間には、過去4か年の調査から $Y=112.988-0.588X$ の回帰式が得られた。また実肥における窒素の多量施用や収穫直前の施用によってクエン酸の集積が遅延するのに対し、カリウムの施用は、クエン酸の集積を早めることが明らかとなった。

5. 総合的栄養管理法の改善: 以上の結果を踏まえて、ウメの収量、品質の向上を図るための総合的栄養管理法として、特に以下の点に留意する必要があることを立証した。

(1) 貯蔵養分の増大を図ることを目的とした窒素の夏秋季における重点施用と年間を通じての窒素の肥効持続。

(2) 果実発育期の果実肥大と品質向上を目的とした実肥におけるカリの重点施用。

(3) 好石灰植物としてのカルシウム栄養の供給と土壌 pH 矯正を目的とした石灰の適正施用。

(4) 安定生産のための枝梢管理、すなわち、成木での4年生側枝を中心とした側枝の養成と、老木での枝の age の若返りを図るための2, 3年生側枝を中心とした側枝の養成。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 八 鍬 利 郎

副 査 教 授 筒 井 澄

副 査 教 授 但 野 利 秋

本論文は、総ページ数247、和文で記され、内容は6章と引用文献よりなり、他に参考論文9篇が付されている。

本研究は、ウメの収量、品質の向上に関する諸問題について栄養生理学的な観点から検討したもので、次の諸点を明らかにした。

1. 養分吸収の特徴と年間養分吸収量: 無機成分吸収の推移と樹体の解体調査の結果、同化養分が合成・蓄積される9月以降には窒素含有率が、4, 5月の新梢伸長期と果実肥大期にはカリウム含有率が生育と収量に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。また、栄養診断のための葉分析を行う時期は6月上旬または10月上旬が適当であり、診断基準値は他の樹種よりも全般に高く、6月上旬のカリウムは $4.4 \pm 0.2\%$ 、また10月上旬の窒素は $2.3 \pm 0.1\%$ が目安となつた。

さらに、主要無機成分含量から成木の推定養分吸収量を計算すると、窒素14.2kg、リン酸3.4kg、カリ15.4kg、石灰12.9kg、苦土2.8kgとなり、ウメは特にカルシウムの吸収が多いことを明らかにした。この養分吸収量を基礎に10a当りの三要素の施肥量を試算すると、窒素19.0kg、リン酸8.5kg、カリ19.3kgとなった。

2. 土壌の理化学性とウメ樹の生育：200haのウメ園を対象に土壌の化学性とウメ樹の生育との関係を調査した結果、全般に pH は低く、ca/k 比も小さく、塩基バランスが不均衡であることが明らかとなった。また、土壌中の置換性塩基含量と葉中含有率との関係をみると、カルシウムとマグネシウムでは正の相関がみられた。

ライシメーター試験の結果は、土壌の pH4.5の生育量が極めて劣り、カルシウムの溶脱が最も多く、窒素の多用が塩基類の溶脱を促した。さらに、夏肥は肥効の持続期間が短かった。したがって、9月上中旬に、施肥（花芽肥）を行うことが、より高位安定生産につながるものと考えられた。

3. 樹体内貯蔵養分の集積過程：9月以降の葉や短果枝中の全アミノ酸含量と果実収量との間に高い正の相関が認められるとともに、6、7月の収穫期を境に葉と短果枝のアスパラギン酸、プロリン、アルギニン、アミノ酸組成が大きく変化することから、これらのアミノ酸が移行、貯蔵形態として窒素代謝の重要な役割を演じているものと考えられた。また、これらのアミノ酸が窒素の栄養診断の一つの指標物質になり得るものと推察された。さらに、10月のスクロース含量や5月のソルビット含量と果実肥大後半の着果率との間には高い関係がみられた。また、夏肥重点施肥や夏季せん定により、貯蔵養分蓄積期間中における枝の窒素や全炭水化物含量が高まることも明らかになった。

4. 成熟に伴う果肉内成分の変化：果実の主要成分であるクエン酸は、果実の成熟に伴い上昇するのに対しリンゴ酸は低下した。また、ウメ干し品質として最適とされたものは、加工時のクエン酸含量が3,000mg/100gFW 前後に達したものであった。そこで、流通期間中のクエン酸含量の増加を考慮し、収穫開始時期の指標は、果肉のクエン酸含量が2,000mg/100gFW 以上に達した時期と考えられた。また実肥や収穫直前のカリウムの施用は、クエン酸の集積を早めることが明らかとなった。

5. 総合的栄養管理法の改善：以上の結果を踏まえて、ウメの収量、品質の向上を図るための総合的栄養管理法として、特に以下の点に留意する必要があることを立証した。

(1) 貯蔵養分の増大を図ることを目的とした窒素の夏秋季における重点施用と年間を通じての窒素の肥効持続。

- (2) 果実肥大と品質向上を目的としたカリの重点施用。
- (3) カルシウム栄養の供給と土壌 pH 矯正を目的とした石灰施用。
- (4) 成木での 4 年生側枝を中心とした側枝の養成と、老木での枝の age の若返りを図るための 2, 3 年生側枝を中心とした側枝の養成。

以上述べたように本研究はこれまで不明とされていたウメの栄養生理学的な特性を明らかにし、施肥法、栽培法の改善による総合的栄養管理法を確立したもので、学術上重要な知見を加えたばかりでなく、応用面でも産業上に貢献するところ頗る大きいと評価される。

よって審査員一同は、別に行った学力認定試験の結果と合わせて本論文の提出者渡辺 毅は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。