

## 二十世紀ナシのユズ肌果発生における成分含量の時期別変化

川 俣 恵 利

Seasonal Changes in the Contents of Nutrient Elements and Carbohydrates in  
Normal and 'Yuzuhada' Fruits of 'Nijisseiki' Pear  
Shigetoshi KAWAMATA

### Summary

Seasonal changes in nutrient contents of fruits, leaves and roots were examined using samples taken from Nijisseiki pear (*Pyrus serotina* var. *culta* Rehd.) trees bearing normal fruits or fruits affected with 'Yuzuhada' disorder similar to the hard-end or black-end disease of European pear. Factors related to the outbreak of the disorder were discussed.

- 1) The fresh weight and dry weight of fruit increased markedly in normal fruits as compared with 'Yuzuhada' fruits during the period of vigorous fruit development. The same trend was observed in the case of water content. The occurrence of 'Yuzuhada' fruits was found to occur during the period of vigorous fruit development at the beginning of August.
- 2) The contents of N, P, K and Mg except Ca, expressed as percentage of dry weight, were consistently higher through the season in 'Yuzuhada' fruits than normal ones. However, in terms of absolute quantity as a per fruit basis of minerals, it was shown that the amounts of N and P were higher in affected fruits while those of K and Ca were higher in normal fruits. No significant difference was detected by the t-test between the Mg contents of normal and affected fruits. It appears that the outbreak of this physiological disorder is associated only with P and Ca levels, especially the latter.
- 3) Phosphorus content was higher in the leaves of affected bearing trees than in those of trees bearing normal leaves (normal trees), and the Ca level in the leaves of normal trees was markedly higher in almost all seasons as compared with those of affected trees. Hence, it is concluded that, as the case of fruits, P and Ca contents in leaves are associated with the occurrence of the disorder.
- 4) Nitrogen content was higher while K and Ca contents were lower in the roots of normal trees. As to P and Mg contents, however, no significant difference was found between the roots of affected and normal trees. Thus, it can be considered that the nutrient content of root tissues which absorb and translocate<sup>1)</sup> nutrients are not correlated with the occurrence of the disorder.
- 5) With regards to sugar contents, it was found that total sugars, reducing sugars, fructose and sucrose were noticeably higher in normal fruits than in disordered ones, and that starch content of disordered fruits was higher than that of normal ones. It seems the fructose and starch levels in the fruit are related to the occurrence of the physiological disorder.

### 緒 言

日本ナシの生理障害であるユズ肌果は、ナシ栽培が本格的に始まった明治後半（12）に発生していることが認められた。その後、多くの研究者（8, 24, 27, 29, 32, 42）により原因の究明が行なわれ、なかでも林ら（4, 5,

6）はユズ肌発生樹では、葉および果実中の水分の浸透圧の差が著しく高く、その差の継続時間も長いとしている。また、ユズ肌発生樹は水分不足度が高く、人為的に乾燥処理した区でユズ肌果の発生を認めている。更に、ユズ肌果は果肉内に空隙を生じ、石細胞が異常に発達し、多量のデンプンが果肉細胞内に遺存したと報告している。

一方、猪瀬（13）は長十郎の石ナシ果を分析した結果、Ca含量が少なかったことを明らかにし、佐々木ら（36）は実態調査の結果から果実中のCa含量の低下と発生地の土壤の酸化性が著しいことを報告している。

以上のように、二十世紀のユズ肌果は果肉細胞膜のコルク化やデンプン、Ca含量の異常などが認められることから、果実発育に関係する生理障害ではないかと考えられるのでユズ肌発生率の高い樹と健全樹の果実、葉および根における成分含量の時期別変化について調べ、ユズ肌発生との関係について考察した。

### 材料および方法

分析に供した果実は、当場果樹園に植栽してある二十世紀25年生（1971）から採取した。その際、ユズ肌発生率が毎年80%以上の樹を選び障害樹とし、対照樹として近接のユズ肌果発生の認められない健全樹を選んだ。施肥管理はN 20, P 10, K 14 Kg/10 a（元肥8割、礼肥2割、単肥施用）で行なった。果実の採取時期は1971および1972年とも同期日に行ない（第1図）、5月25日から7月25日までは障害樹および健全樹から各40果ずつ採取し、その後は各20果ずつ採取して果重を測定した。

採取した果実は果皮および果心を除去し、果肉のみを95°Cで1時間処理し、ついで70°C通風乾燥器中で24時間乾燥した。乾燥試料はウイレー粉碎器で粉碎後、乳ばちで磨碎し、32メッシュのふるいを通して分析用試料とした。なお、1972年には採取した果肉100gを-25°Cの冷凍庫で凍結後、真空冷凍乾燥器で2昼夜乾燥し、上記の方法で乾燥粉末試料とした。あわせて乾燥後の重量をひょう量し、水分含量を算出した。

葉は障害および健全各4樹から30枚ずつ計120枚採取し、2%醋酸液で洗浄後、付着水分を室温で風乾し、その後95°Cで1時間処理し、ついで70°C通風乾燥器中で24時間乾燥した。乾燥葉は中肋を除去後、果実と同じ方法で粉末試料とした。根は両区とも各3樹から径1mm以下の細根を採取し、土粒の付着がなくなるまで洗浄した。その後葉と同じ方法で乾燥粉末試料とした。

**無機成分分析** 全チッ素の定量は粉末試料0.5gを用い、セミミクロケルダール法で行った。P, K, Ca, Mgについては粉末試料2gを用い、1971年は乾式灰化法で、1972年は湿式灰化法で抽出液を作成した。Pはメタバナジン酸アンモニウム法、Kはフレームフォトメータ法、CaおよびMgは原子吸光法でそれぞれ分析した。

**糖分析** 果肉2gを用い、90%エタノールで3回抽出し、全糖はソモギー変法およびフェノール硫酸法、還元糖はソモギー変法、ブドウ糖は次亜硫酸酸微量法（35）、果糖は還元糖一ブドウ糖、ショ糖は（全糖-還元糖）×0.95でそれぞれ定量した。デンプンは糖を抽出した残渣を用いて過塩素酸-ヨウ素法（28）で定量した。

## 実験結果

### 1. 果実の発育および水分含量

開花40日後から収穫期までの果実の発育経過（平均果重）を第1図に示した。果実発育が旺盛になる6月下旬から障害樹の果実よりも健全樹の果実の発育がまさり、8月上旬からその差は著しくなった。1971年は8月後半の差はやや少なく、収穫期には1果あたり約10gの差であったが、1972年には8月後半の差が著しく、収穫期には約30gの差が認められた。乾物重の増加も生体重の増加とほぼ一致しており、8月上旬からの差が著しくなった（第2図）。

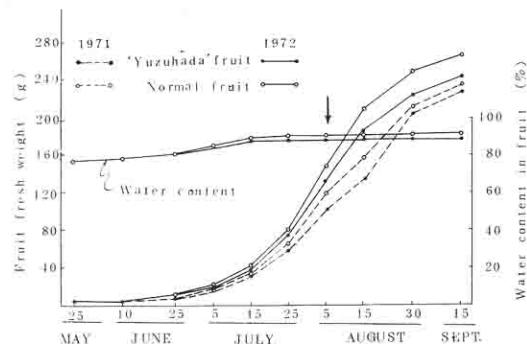


Fig. 1. Seasonal changes in the fresh weight in 1971 and 1972 and in the percentage of water content in 1972 of Nijisseiki pear fruits.

Arrow denotes the occurring times of 'Yuzuhada' fruits.

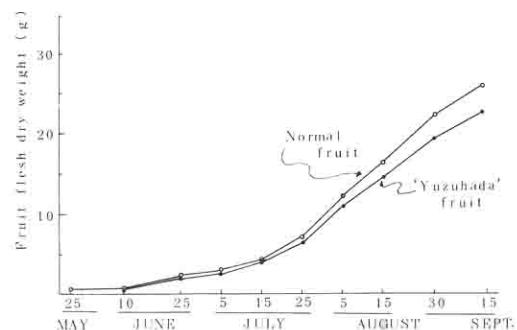


Fig. 2. Seasonal changes in the dry weight of Nijisseiki pear fruits in 1972.

果実中の水分含量は両区とも7月中旬から増加したが、その後健全樹の果実は7月中旬には89%になったのにに対し、障害樹の果実は88.2%であり、その後もほとんど増加がみられなかった。収穫時の健全果は91.1%まで増加し、障害果との差は2.9%であった。参考までに障害樹の健全果について測定した結果、90.8%含まれており、

健全樹・健全果とほぼ同様な含水量であった。

なお、生育期間中にユズ肌果が確認された時期は、第1図に矢印で示したように8月上旬であった。

## 2. 果実中の無機成分含量

チッ素 果実中のN含量は、第3図に示したように障害樹および健全樹の果実はいずれにおいても5月下旬には1.0～1.2%であり、果実の発育とともに8月上旬まで低下し、その後はほぼ一定になった。障害果と健全果の比較では1971、1972年とも乾物%では終始障害果に多く含まれていた。しかし、1果中に含まれる絶対量(mg/果)で比較すると、5月25日から7月5日までは有意差が認められず、その後は8月5日以外、収穫期まで障害果の方が5%レベルの有意差をもって多かった。

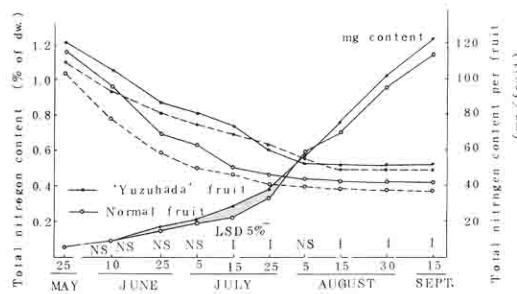


Fig. 3. Seasonal changes in total nitrogen contents of Nijisseiki pear fruits expressed as percentage of dry weight and absolute contents.

Note; Dotted line — 1971, Solid line — 1972

リン P含量は第4図に示したように、両区とも7月下旬まで徐々に低下したが、その後は収穫期までほぼ一定であった。両年とも健全果よりも障害果に多かった。絶対量では発育初期から8月30日まで有意差は認められず、9月15日の収穫期に5%レベルの有意差をもって障害果に多かった。

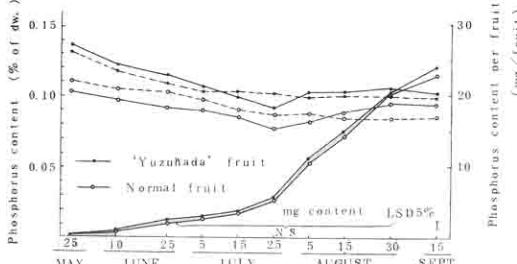


Fig. 4. Seasonal changes in phosphorus contents of Nijisseiki pear fruits expressed as percentage of dry weight and absolute contents.

Note; Dotted line — 1971, Solid line — 1972.

カリウム K含量は第5図に示したように、%比較では果実発育初期から収穫期までほぼ一定であり、両年とも同じ傾向で障害果に多かった。しかし、絶対量では乾物%とは逆に発育初期から健全果にやや多く含まれた結果になり、8月30日には有意差が認められた。

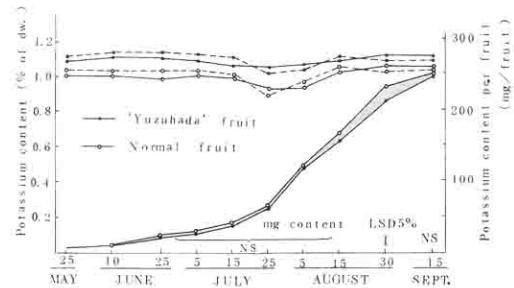


Fig. 5. Seasonal changes in potassium contents of Nijisseiki pear fruits expressed as percentage of dry weight and absolute contents.

Note; Dotted line — 1971, Solid line — 1972

カルシウム Ca含量は第6図のように、5月下旬から6月上旬にかけてやや増加し、その後は収穫期まで減少した。障害果と健全果の差は両年とも認められなかった。絶対量では両区とも収穫期まで増加したが、6月下旬以降健全果に多くなり、5%レベルの有意差が認められた。

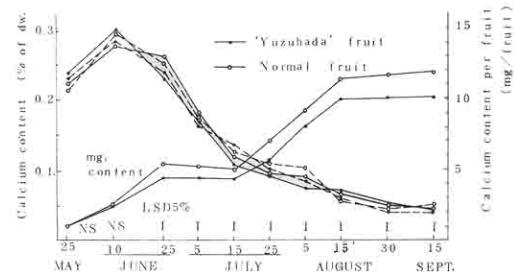


Fig. 6. Seasonal changes in calcium contents of Nijisseiki pear fruits expressed as percentage of dry weight and absolute contents.

Note; Dotted line — 1971, Solid line — 1972.

マグネシウム Mg含量は第7図のごとく、両区とも5月下旬に多く、6月下旬までは変化は少なかったが、その後は緩慢に減少した。全発育期間中の含量は両年とも障害果に多かったが、絶対量では有意差は認められなかった。

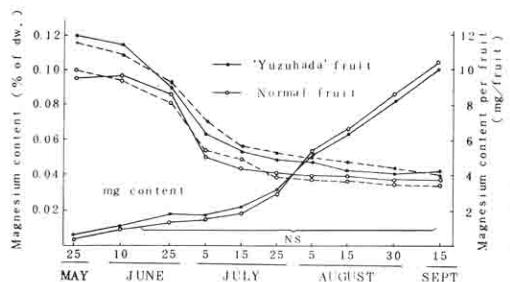


Fig. 7. Seasonal changes in magnesium contents of Nijisseiki pear fruits expressed as percentage of dry weight and absolute contents.

Note; Dotted line — 1971, Solid line — 1972.

### 3. 果実中の糖含量

**全糖** 全糖含量は第8図に示したように、%比較では発育初期から健全果に多かった。健全果は9月上旬まで著しい増加が認められたのに対し、障害果では8月上旬以降増加が緩慢になった。そのため収穫時の全糖は健全果の12.1%に比べ、障害果では10.2%にとどまり、約2%の差が認められた。1果中の絶対量では8月上旬以降著しい差が認められ、収穫期の9月25日には約9gの差が認められた。

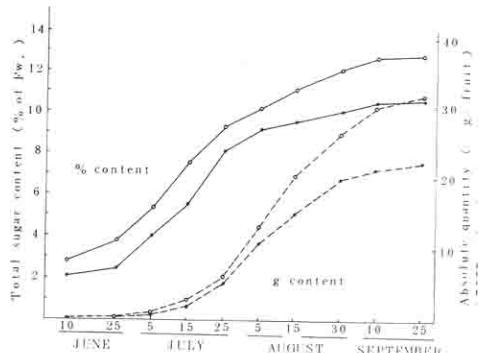


Fig. 8. Seasonal changes in total sugar content of Nijisseiki pear fruits.

Note; ●— 'Yuzuhada' fruit,  
○— Normal fruit.

**還元糖** 健全果中の還元糖は第9図のように6月下旬から順調に増加したが、障害果では7月上旬以降の増加が著しかったため、生育後期における差は少なくなった。絶対量では8月上旬から徐々に差が大きくなり、それが収穫期まで続いた。

**果糖** 健全果の果糖は第10図のように、7月上旬以降著しく増加し、収穫期まで続いた。一方、絶対量では7月下旬以降、障害果と健全果の差が著しくなり、収穫期には約4gの差が認められた。

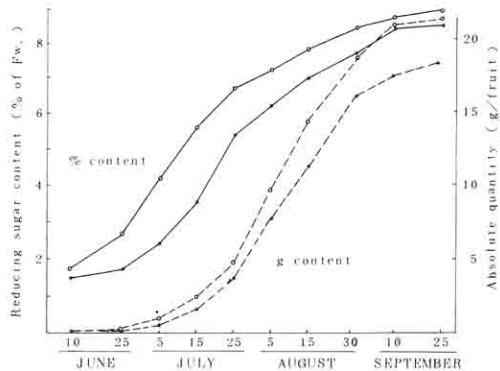


Fig. 9. Seasonal changes in reducing sugar content of Nijisseiki pear fruits.

Note; ●— 'Yuzuhada' fruit,  
○— Normal fruit.

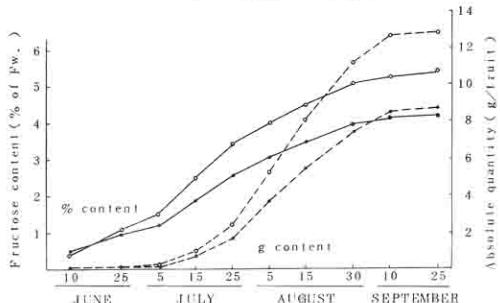


Fig. 10. Seasonal changes in fructose content of Nijisseiki pear fruits.

Note; ●— 'Yuzuhada' fruit,  
○— Normal fruit.

**ブドウ糖** 健全果のブドウ糖含量は第11図のように、8月上旬まで障害果より多かったが、その後の増加は認められなかった。これに対し、障害果では収穫期まで引き続き増加したために、8月上旬以降は障害果の含量が健全果より多くなった。絶対量は8月中旬までは健全果が多く、その後は障害果に多く含まれたが、著しい差は

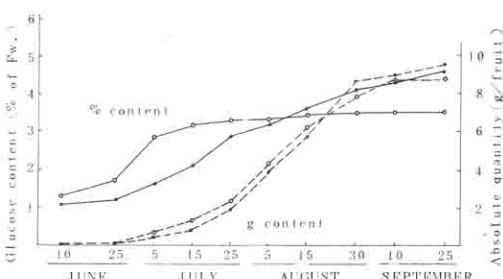


Fig. 11. Seasonal changes in glucose content of Nijisseiki pear fruits.

Note; ●— 'Yuzuhada' fruit,  
○— Normal fruit.

認められなかった。

ショ糖 ショ糖含量は第12図のように、%比較では8月上旬まで差が認められなかつたが、その後健全果でやや増加したのに対し、障害果では低下したために収穫時には約2%の差が認められた。絶対量でも8月上旬以降著しい差が認められた。

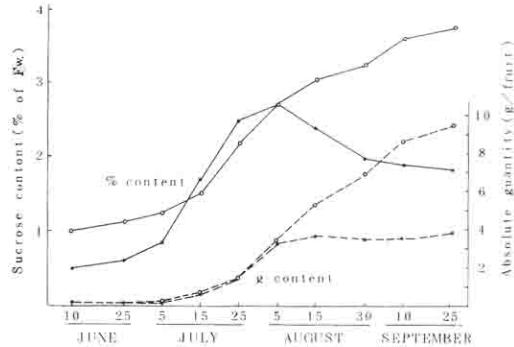


Fig. 12. Seasonal changes in sucrose content of Nijisseiki pear fruits.

Note ; —●— 'Yuzuhada' fruit,  
—○— Normal fruit.

デンブン デンブン含量は第13図のように障害果、健全果とも7月上旬に最高値になり、その後収穫期まで減少した。果実発育初期から障害果に多く含まれ、最高値を示した7月上旬以降両区の差が顕著になった。絶対量では8月上旬まで両区とも増加が認められたが、著しい差は認められなかつた。その後健全果が著しく減少したのに対し、障害果は緩慢に減少したためにその間の差が著しくなつた。

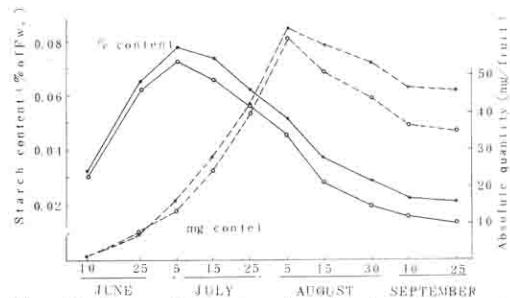


Fig. 13. Seasonal changes in starch content of Nijisseiki pear fruits.

Note ; —●— 'Yuzuhada' fruit,  
—○— Normal fruit.

#### 4. 葉および細根中の無機成分含量

チッ素 葉中のN含量は第14図に示したように、5月下旬に約3%であったものが、9月には2.2~2.4%まで低下した。障害樹に比べて健全樹のN含量は8月以降やや低下したが、著しい差は認められなかつた。

細根中のN含量は両区とも8月まで低下しており、終

始健全樹に多く含まれていた。

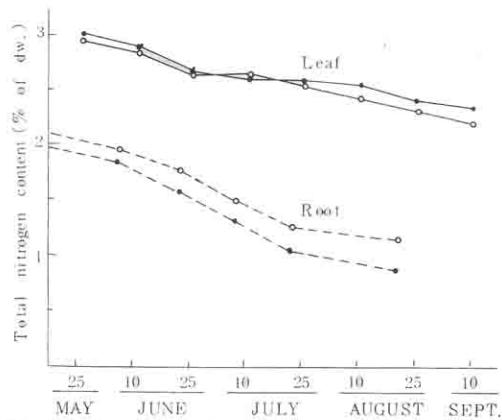


Fig. 14. Seasonal changes in total nitrogen contents of leaves and roots of Nijisseiki pear (1972).

Note ; —●— Trees bearing 'Yuzuhada' fruits,  
—○— Trees bearing normal fruits.

リン 障害樹の葉中P含量は第15図のごとく、5月下旬に0.25%であったが、9月10日には0.14%まで直線的に減少した。健全樹の含量は5月下旬には0.22%で障害樹よりやや少なく、その傾向は9月まで続いた。

細根中のP含量は両区とも7月上旬まで変化が認められなかつた。その後両区とも低下したが、区間の差は認められなかつた。

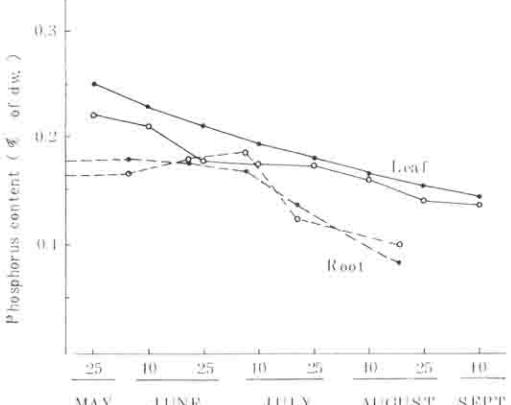


Fig. 15. Seasonal changes in phosphorus contents of leaves and roots of Nijisseiki pear (1972).

Note ; —●— Trees bearing 'Yuzuhada' fruits,  
—○— Trees bearing normal fruits.

カリウム 葉中のK含量は第16図のよう、両区とも7月10日まで1.5~1.8%であったが、その後健全樹の葉中含量の低下は障害樹のそれよりも著しかった。

細根中のK含量は5月から8月まであまり減少せず、終始障害樹の根に多かった。

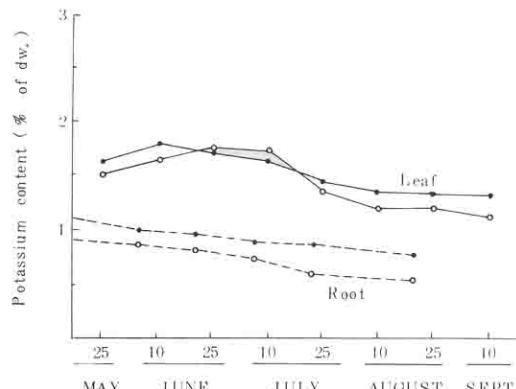


Fig. 16. Seasonal changes in potassium contents of leaves and roots of Nijisseiki pear (1972).

Note ; —●— Trees bearing 'Yuzuhada' fruits,  
—○— Trees bearing normal fruits.

カルシウム 葉中のCa含量は第17図に示した。5月から9月まで健全樹では1.4%から2.3%まで増加したのに対し、障害樹では1.3%から1.8%までしか増えず、後半の差が著しかった。

細根中のCa含量は両区とも全期間ほぼ一定であった。両区の比較では障害樹の含量がやや多い程度であった。

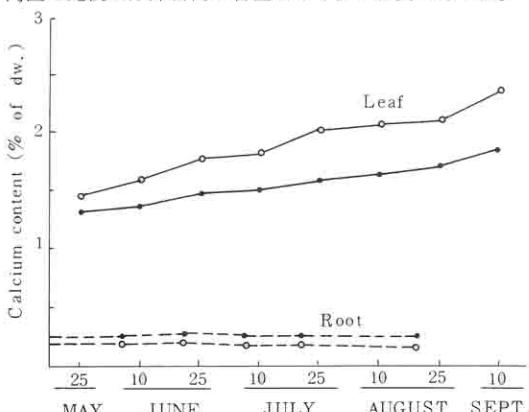


Fig. 17. Seasonal changes in calcium contents of leaves and roots of Nijisseiki pear (1972).

Note ; —●— Trees bearing 'Yuzuhada' fruits,

—○— Trees bearing normal fruits.

マグネシウム 葉中のMg含量は第18図に示したように5月から9月まで両区とも徐々に低下した。7月下旬以降健全樹の葉中含量がやや多かった。

細根中のMg含量は6月下旬まで健全樹の根に多く、その後は障害樹に多かった。

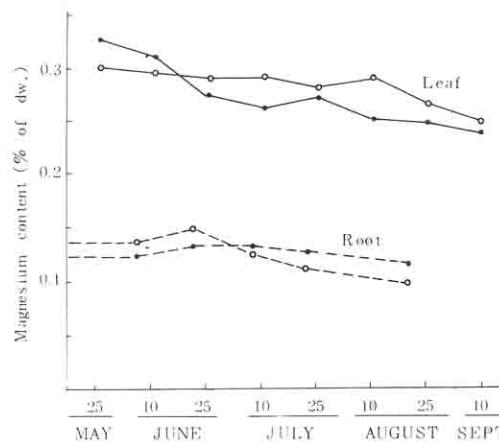


Fig. 18. Seasonal changes in magnesium contents of leaves and roots of Nijisseiki pear (1972).

Note ; —●— Trees bearing 'Yuzuhada' fruits,  
—○— Trees bearing normal fruits.

## 考 察

### 1. 果実の発育

日本ナシの果実発育に関する調査は比較的多く(2, 9, 10, 14, 16, 51), なかでも遠山ら(44)や林ら(7)の, Huxley(11)の相対生長理論を用いての研究では, 果肉細胞分裂停止期から細胞肥大期への転換点(反曲点)は二十世紀で5月中旬頃であると報じている。本試験を開始した時期はすでにその転換点を過ぎていたが, 果重の増加は6月下旬から著しくなり, 7月下旬以降発育が旺盛になって障害果と健全果の差が顕著になった。そしてこの両区の差が著しくなった8月上旬にユズ肌症状が外見上判断できるようになった。なお, 1971年と1972年の果実発育に差が見られたのは, 1971年の8月後半からの天候の不順によるためであり田中ら(39)の指摘している気象条件が影響を及ぼしたためと思われる。

過去数年間, 当場果樹園で収量調査をした結果, 7樹平均で障害樹の86.9kg/樹に対し, 健全樹は115.1kg/樹であり, 1果では障害果は226.5g, 健全果は255.9gで健全果の方が大きかった(21)。このように, 障害

果は果実発育が劣っており、その差が著しくなる時期とユズ肌症状の発現する時期とが密接に関連しているように思われた。

果実中の水分含量については林ら（5, 7）の研究があり、ユズ肌果と健全果の間で7月下旬以降差が認められたと報告し、Ackley（1）も西洋ナシで同様な結果をみている。本実験では6月下旬から7月中旬にかけて果実中の水分含量の急速な増加が認められたが、障害樹と健全樹の果実の差は比較的少なかった。両区の差がやや著しくなるのは7月下旬以降からで先の林らの結果とはほぼ一致していた。水分含量は、果実の発育とともに増加し、その増加の著しい時期に障害果より健全果の方が多くなっており、果実発育と密接に関係していることが明らかであった。

## 2. 果実および葉の成分含量

果実中のN含量については、佐藤ら（38）はボット試験の結果から0.2～0.5%の範囲であると報告し、深井（3）は西洋ナシで0.26～0.62%の結果を得ている。また、林（7）は果実発育初期から経時的に分析した結果、5月までは減少が著しく、その後は緩慢に減少し、収穫期には約0.4%になったと報告しており、本実験の結果でもほぼ同様な傾向であった。しかし、障害果と健全果の比較では、乾物%、1果中の絶対量とも障害果に多く含まれ、上記報告者の数値の範囲内に入っていたものの障害果はその上限に近い含量であった。つぎに、ナシの葉中Nについて多くの研究者（7, 9, 31, 37, 47, 50）は2.0～3.51%含まれるとしているが、本実験でも2.18～3.03%で、その範囲内であった。しかし、障害樹は経時に健全樹よりも多く、果実中の含量と同様Nの多少の過剰吸収がなされていることを示唆していた。

果実中のP含量については、細井ら（10）によれば発芽期前よりも細胞分裂停止期まで果実の発育に影響するとしているが、その全体の量が少ないこともあって果実肥大、品質へはあまり関与していないとする報告（7, 36）もある。本実験でも全発育期間において著しい変化は認められなかつたが、果実中に含まれるP含量は第4図に見られるように障害果にやや多かった。また、先に報告したように（17），障害果を被害程度別に分析した結果でも症状が重くなるにしたがってP含量は増加し、ユズ肌果発生に何等かの影響を及ぼしていると考えられる。大平（33）によれば、リンはリン脂質として原形質の膜構造を作りあげる主要な成分であり、また、リン酸や糖やその関連化合物とエステル結合をして、光合成および呼吸作用におけるCO<sub>2</sub>同化と解糖反応に関与するとしている。このように、リンが膜構造や解糖作用に深い関係があるとすれば、障害果に多く含まれていたことは果実の硬化現象や後述する糖構成に影響を及ぼしていることも考えられる。

果実中のK含量は佐藤ら（38）は0.4～0.81%，横溝（48）は0.7～1.03%であるとしており、本実験の結果では0.88～1.15%の範囲であった。障害果と健全果の比較では、乾物%では終始障害果に多く、同様な結果は田辺ら（40）も報告している。しかし、Kは一般に良く知られているように（36）、Caと拮抗的に吸収されるため、Caの吸収が低下している場合には比較的多く吸収されやすい。また、果実発育のところで考察したように、障害果は水分含量が少なく、果実肥大が劣っているため、成分の分布割合、すなわち乾物%では高い結果になる。しかしながら、1果中の絶対量では健全果が多く含有し、逆の結果が認められた。絶対量で有意差が認められたのは8月30日だけであり、それ以外の有意差は認められず、また、Kは葉分析でも7月下旬以降、障害樹に多く含まれていたことを考慮するならば、必ずしもユズ肌果発生に直接関与していないようにも思われた。

果実中のCa含量は横溝（49）によれば水耕栽培の長十郎で0.067%，菊水では0.065%であったとし、大野（34）は二十世紀で0.05%含まれていたとし、佐々木ら（36）は実態調査の結果から0.047～0.054%含まれていたとしている。本実験でも収穫時の含量は0.05%前後であり、それ等の結果と同程度であった。しかし、健全果と障害果の間で比較した場合、乾物%では差は認められなかつたが、1果中の絶対量では6月下旬以降健全果に多く、5%レベルの有意差が認められた。先のK含量と同様、こうした異なった結果が認められた際に、乾物%と1果中の絶対量とどちらを重要視すべきかについて多変量解析の一手法である主成分分析によりどちらが「重み」を持っているかについて検討した。その結果、ユズ肌果発生に及ぼす影響について乾物%よりも1果中の絶対量の方がすべての成分で「重み」を持っていることが明らかになった（19）。これ等のことから障害果はCa含量が著しく低下しているという判断ができるとともに、葉分析値でも果実中の絶対量と同様に障害樹は少なく、その差も顕著になっており、ユズ肌果発生に及ぼすCa含量の果たす役割は大きいようにも思われた。

以上のようなCaの吸収低下については、K過剰によるCa, Mgの流亡ないし吸収抑制が考えられたので、本実験を実施しているナシ園の施肥量は1969年からN20, P10, K14Kg/10a（元肥8割、礼肥2割、単肥施用）とし、施肥による影響を最少限にするよう管理を行なっている。田辺ら（40）はユズ肌果発生に及ぼすKとCaの含有比の問題を検討しているが、供試果実はユズ肌果の発生した農家のナシ園からサンプリングしており、それ等の生産現場では糖度を高めるためにKが著しく過剰になっている報告がある（45）。かつて著者ら（20）が実施した実態調査の結果でも30～66Kg/10aも施用しており、Kの過剰吸収は必然的におこりやすくなり、本実

験の場合とは条件が異なっているように思われた。さらに、Caの吸収低下について鳥鴻(46)が述べているように、N過剰施用の場合、NO<sub>3</sub>-NとCaが結合して硝酸石灰となり溶脱されると同時に、NH<sub>4</sub>-Nが根に吸収される際にCaの吸収阻害がおこるということも考えられる。いずれにしろ、土壌の理化学性の悪変に起因するCaの吸収抑制がユズ肌果発生へ及ぼす影響については今後検討すべき課題であろう。

Mgは一般にCaの場合と類似した吸収の様相を示すとされているが(36),本実験の1果中の絶対量では8月上旬以降健全果にやや多くなった程度であった。全期間中における両区の差は認められず、また、葉中含量では健全樹にやや多かったが、ユズ肌果発生にはあまり関係していないように思われた。

### 3. 根の成分含量

ナシの根の伸長は、木村(23)によれば2月下旬から始まるとして、中村(30)によれば5月と7月にピークを示すとしている。また、岩田ら(15)は5月に根の伸長が旺盛になり、施肥により活動期が変化している。これ等活動時期と関連して成分含量の変化が認められたのはP含量であり、7月上旬まではほぼ一定の含量を保ちその後は減少した。その他、葉の成分と同様な消長を示したのはK含量のみであり、N, Caは逆の結果になり、Mgは関係が認められなかった。Nは健全樹の根に多く含まれていたことは根の活力に關係しているように思われ、Kが障害樹にやや多かったのは過剰吸収によるかも知れない。根は養分吸収器官であり、吸収された養分が転流したりして必ずしも分析値となって表われにくいため一定の傾向がみられなかつたものと思われる。

### 4. 果実中の糖、デンプン含量

ユズ肌果の糖含量については、中川(29)は健全果よりも少ないとして、水野(27)は全糖、還元糖が少なく、非還元糖が多いことを報告している。本実験でも障害果は全糖、還元糖が少なかったが、ショ糖も減少しており、水野の結果と一致しない面もあった。近藤(25)によれば二十世紀果実中の糖分は果糖とショ糖であり、ブドウ糖の存在は極めて少ないとおり、同様な結果については菊池・小島(22)も、また、西洋ナシではMagness(26)やThompsonら(43)も報告している。そこで、還元糖について果糖とブドウ糖に分けて分析した結果、健全果は果糖が多くいたのに対し、障害果は果糖が低下していたことから糖構成の異常がユズ肌果発生と時期的にも一致しており、それに何等かの影響を及ぼしているものと思われた。これ等を裏づける資料として、ユズ肌果の障害程度別に糖構成を調べた結果、障害の程度が重くなるにしたがって果糖含量が低下しており、また呼吸代謝も著しく促進されていた(18)。

つぎに、デンプン含量は成熟期に近づくにしたがって

減少することが知られているが、林ら(6)は組織学的観察の結果、ユズ肌果では細胞内にデンプン粒が遺留すると報告した。本実験でも成熟期に近づくにしたがって減少したが、障害果の減少割合が健全果よりも少なく、顕微鏡観察でもデンプン粒の遺存が認められた。これは先の糖構成の異常に関連して、デンプンから糖への転化作用が抑制されているためと思われる。

## 摘要

日本ナシの生理障害の一つである二十世紀のユズ肌果について、その発生原因を明確にする目的で果実、葉および根の成分含量を経時的に測定し、それ等の消長とユズ肌果発生との関係について検討した。

1. 果実発育については、著しく肥大し始める時期以降、障害果よりも健全果の方がまさり、含水量も同様な傾向を示した。ユズ肌果発生は果実発育が顕著になった8月上旬に認められた。
2. 果実発育にともなう無機成分の変化については、乾物%ではCa以外N, P, K, Mg含量が2か年とも発育初期から収穫期まで障害果に多く含まれていた。しかし、1果中の絶対量ではN, Pだけが障害果に多く、K, Caは終始健全果に多く含まれ、Mgは有意差が認められなかつた。障害果発生にCa含量がとくに大きく影響を及ぼしているように思われた。
3. 葉中の無機成分は、Pが障害樹に多く、Ca含量は健全樹に多く含まれ、果実内成分と一致していた。
4. 根の無機成分は、Nが健全樹に多く、K, Caは障害樹に多く含まれており、P, Mgは両区の間の差が認められなかつた。根の成分含量が果実および葉と異なつたのは、根が養分を吸収し、転流する器官であるため、吸収された養分がそのまま含有成分量に反映されなかつたものと思われる。
5. 果実中の糖含量については、全糖、還元糖、果糖、ショ糖が発育初期から健全果に多く、デンプンは障害果に終始多かつた。とくに、果糖、デンプンの含量変化が著しかつたことはユズ肌果発生に何等かの影響を及ぼしているものと思われた。

**謝 辞** 本実験を遂行するにあたり、御教示ならびに御校閲を賜った千葉大学名誉教授永沢勝雄博士、筑波大学教授大垣智昭博士に厚く御礼を申し上げます。また、実験に御協力を賜った芦川孝三郎栽培部長、果樹研究室土方智主任研究員、小林勇主事、神保三郎主事、小田桐ヨシエ主事の各位に厚く謝意を表します。

## 引用文献

1. Ackley, W. B. 1954. Seasonal and diurnal changes in the water contents and water delicients of Bartlett pear leaves. Plant

- Physiol., 29:445--448.
2. 遠藤融郎, 1973, 和梨果実の日肥大周期に関する研究, 広島果試特別研究報告, 第1号, 1-126.
  3. 深井尚也, 1973, セイヨウナンの石ナシ, しり腐れの発生とその対策, 農及園, 48:1307-1311.
  4. 林 真二, 1955, 二十世紀梨の袖肌病に関する研究(第1報), 葉および果実の浸透圧と袖肌発生について, 園学雑, 24:94-102.
  5. ———・勝坂 雄, 1956, 二十世紀梨の袖肌病に関する研究(第2報), 水分不足と袖肌発生について, 園学雑, 25:116-124.
  6. ———・——, 1957, 二十世紀梨の袖肌病に関する研究(第3報), 袖肌発生の解剖学的考察, 園学雑, 26:178-184.
  7. ———, 1961, 日本梨果実の発育に関する研究, 鳥取大学農学部園芸学研究室, 1-137.
  8. 細井寅三, 1953, 梨の砧木に関する研究(第1報), 土壤湿度が砧木を異にする二十世紀の生長に及ぼす影響, 農及園, 28:297-298.
  9. ———・遠藤融郎・岩崎一男, 1963, 砂耕における肥料三要素濃度とナンの樹体生長ならびに果実発育との関係, 園学雑, 32:271-277.
  10. ———・門屋一臣・湯田英二, 1964, 細胞組織学的にみたナシ果実の発育と肥料三要素との関係(第1報), 4か年継続の砂耕試験成績, 園学雑, 33:29-34.
  11. Huxley, J., and G. Teissier, 1936, Terminology of relative growth, Nature, 137:780--781.
  12. 池田伴親, 1904, 園芸果樹論, pp. 368. 成美堂書店.
  13. 猪瀬敏郎, 1968, ニホンナシの石ナシ, [鳥湯博高編]果樹の生理障害と対策, pp. 250-265. 誠文堂新光社.
  14. 石原三一, 1925, 日本梨果実の発育に就て, 園芸の研究, 20:214-222.
  15. 岩田秀夫・山下 裕, 1939, 廿世紀梨における施肥が根群の活動に及ぼす影響, 農及園, 14:1534-1542.
  16. 川口正英, 1931, 日本梨に於ける葉面積と果実の発育に就て(1), 農及園, 6:583-588.
  17. 川俣恵利, 1974, 日本ナシの生理障害に関する研究(第3報), 二十世紀の無機成分と有機成分の関係, 昭和49年度園芸学会春季大会研究発表要旨, 76-77.
  18. ———, 1975, 日本ナシの生理障害に関する研究(第5報), 二十世紀果実のCaと果糖と呼吸量の関係, 昭和50年度園芸学会春季大会研究発表要旨, 78-79.
  19. ———, 1976, ナシのユズ肌果発生に及ぼす含有成分の変化と表示法の検討, 農及園, 51:695-696.
  20. ———・都田紘志, 1976, ナシ園における生理障害の発生実態とその要因解析, 東京農試研究報告, 9:15-33.
  21. ———, 1977, 未発表.
  22. 菊池秋雄・小島 博, 1931, 梨果の発育に伴う化学的成分の変化に就て, 農及園, 6:19-30.
  23. 木村光雄, 1952, 日本梨の根群に関する研究, 西京大学学術報告, 農学, 3:1-64.
  24. 小林 章・傍島善次, 1950, 梨果の機能障害と砧木の浸透圧, 農及園, 25:887-888.
  25. 近藤金助, 1929, 生食品の化学(第4報), 梨果の糖分に就て, 農化, 5:918-920.
  26. Magness, J. R. 1920, Investigation in the ripening and storage of Bartlett pears, J. Agr. Res. 19:473--500.
  27. 水野 勉, 1938, 袖肌梨の形態的並に分析的研究, 農及園, 13:1197-1204.
  28. 水野 卓・金兵忠雄, 1963, 茶葉の澱粉定量について, 食品工誌, 10:216-223.
  29. 中川慶実, 1940, 梨二十世紀袖膚果防止法の試験(予報), 農及園, 15:2245-2252.
  30. 中村三七郎, 1935, 溫帶果樹(柑橘, 柿, 桃及梨)の根群活動に関する研究, 園学雑, 6:305-317.
  31. 中村三夫・遠藤元庸・長田欽男, 1973, 富山市域和ナン園のチソ栄養診断, 岐阜大農研報, 34:19-32.
  32. 西村周一・岸本勇元, 1946, 梨二十世紀の袖膚果発生に関する試験(予報), 園芸学研究集録, 第三輯, 49-59.
  33. 大平幸次, 1969, 多量元素, [高橋英一ら共著]作物栄養学, pp. 61-70. 朝食書店.
  34. 大野敏朗, 1971, 日本ナシのユズ肌, 石ナシの発生とその防止対策, 農及園, 45:495-499.
  35. 小曾戸和夫・数見秀次郎・小鷹正之・藤花雄, 1959, 果実類の糖分定量に関する研究(第2報), 次亜沃度酸微量法による果実中の葡萄糖の定量, 農化, 33:166-170.
  36. 佐々木生雄・佐藤雄夫・鈴木継明, 1973, 二十世紀ナシ園土壤の実態とユズ肌の発生要因, 福島園試研究報告, 4:11-23.
  37. 佐藤公一・石原正義・原田良平, 1952, 果樹葉分析に関する研究(第3報), 梨園の葉分析調査, 農技研報告, E(園芸) 1:43-76.
  38. ———・——・金戸橋夫・町田裕, 1959, 素, リン酸, カリの施用がナシの生長, 葉および樹木成分ならびに果実の品質に及ぼす影響(肥料試験), 農技研報告, E(園芸), 9:195-213.
  39. 田中章一・米山寛一・山田満男, 1965, 日本梨果実の発育と気象条件の統計学的関係, 鳥取果試研究報告, 3:48-62.
  40. 田辺賢二・林 真二・平田尚美・瀬戸長生, 1977,

- 二十世紀ナシのユズ肌病に関する研究（第4報）。無機成分と障害発生との関係について。園学雑。45:335-341。
41. 田辺賢二・林 真二・平田尚美。1977. 二十世紀ナシのユズ肌病に関する研究。果肉中のアルコール可溶性K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>含量と障害の発生程度。昭和52年度園芸学会春季大会研究発表要旨。44-45。
42. 立花千秋。1943. 柚皮梨（石梨）と梨の白紋羽病防除の一例。農及園。18:761-762。
43. Thompson, F., and A. C. Whittier. 1917. Forms of sugar found in common fruits, Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 11:16--22.
44. 遠山正瑛・林 真二。1957. 和梨果実の発育に関する研究（第1報）。果肉細胞分裂、肥大の品種間差異並びに果実の大きさと果肉細胞の関係について。園学雑。25:274-278。
45. 鳥取県果樹試験場。1975. 昭和48年度ナシ園の栄養分析診断事業調査成績。1-89。
46. 鳥湯博高。1966. 落葉果樹の生理障害（1）。果実日本。21:20-23。
47. 山根忠昭・松浦一人・山路 健・小豆沢齊。1973. 安来地方で発生するナシのクロロシスに関する研究。島根農試研究報告。11:52-66。
48. 横溝 久。1973. 永年作物における石灰をめぐる諸問題。ニホンナシの生育に及ぼすCaの影響。土壤肥料関係専門別総括検討会議資料。永年作物部会検討用資料。12-20。
49. ———。1974. 果樹の水、砂耕法による無機栄養に関する研究Ⅲ。水耕液中のCa欠除がニホンナシ結実樹の生育に及ぼす影響。果樹試報。A1:79-92。
50. 吉岡四郎・関本美知・大野敏朗・安間貞夫。1973. ナシ主産地における品種改善対策（第1報）。長十郎の品種実態と品質関連要因の摘要。千葉農試研究報告。13:1-8。
51. 吉原千代司。1967. 二十世紀梨の樹体生長と果実生産の関係についての研究。広島農試研究報告。25:1-25。