

リンゴ葉における水利用効率の品種間差異

工藤和典・樫村芳記

(果樹研究所)

Varietal Differences of Leaf Water Use Efficiency in Apples

Kazunori KUDO and Yoshiki KASHIMURA

(National Institute of Fruit Tree Science)

1 はじめに

作物の間で水利用効率に著しい種間差があり、乾燥条件に適合するものではわずかの水の利用で高い生産が行われることが知られている。そこで、リンゴの品種間で水利用効率が異なるかを検討する。また、栽培リンゴの原産地は乾燥気候である一方、わが国では高温多湿な夏を持つことから、むしろ水多消費型の品種の方が適合するのではないかと仮説についても検証する。

2 試験方法

供試品種としては、わが国の主要品種の交雑親に用いられているものを中心として‘ゴールデン・デリシャス’、‘スターキング・デリシャス’、‘レッドゴールド’、‘祝’、‘紅玉’、‘世界一’、‘つがる’、‘国光’、‘印度’、‘旭’及び‘ふじ’の計11品種を用いた。1991年7月上中旬にかけてこれらの頂葉芽新梢葉の基部から7、8葉位の2葉を用いて光合成、蒸散速度の同時測定を常法にて3反復規模で行った。

設定条件は標準条件(光量 $700 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 、気温 20°C 、露点 10°C)、少照高温多湿条件(光量 $150 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 、気温 25°C 、露点 18°C)、暗黒下高温多湿条件(気温、露点は少照高温多湿条件と同じ)の3条件とした。

3 試験結果及び考察

P. J. Kramer (1986)によると水利用効率については、未だ議論があり、単位量の乾物を生産するために消費する水の量つまり、要水量の場合と、新しい概念であるWater

use efficiencyに分かれている。Water use efficiencyにしても農学者と生理学者により用法が異なるため、ここでは仮に後者のWUE=純 CO_2 吸収(μmol)/ H_2O 消費量(mmol)として、単位時間、単位葉面積当たりの真の光合成速度を蒸散速度で除して求めた。

数理統計処理して有意な差が認められた品種間差異は以下の事項であった。

供試した新梢葉面積は‘印度’、‘ゴールデン・デリシャス’、‘レッドゴールド’、‘つがる’等が大きく‘祝’や‘紅玉’で小さかった。グリーンメーター示度は‘つがる’、‘祝’、‘紅玉’で高く、‘スターキング・デリシャス’や‘世界一’などで低かった。この2品種は葉色の見た目は濃い、クロロフィルは少ないと判定された。

光合成速度は明条件下で‘紅玉’、‘祝’が高く、‘世界一’、‘旭’、‘印度’が低かった。少照高温多湿条件下では‘祝’、‘レッドゴールド’、‘紅玉’で高く、‘旭’、‘印度’で低かった。B/Aの比率は‘世界一’で高く、‘つがる’、‘国光’で低かった。

呼吸速度は品種間で有意差が認められなかった。

蒸散速度は明条件下で‘紅玉’と‘国光’で高く、‘旭’と‘世界一’で低かった。少照高温多湿条件下では‘つがる’、‘レッドゴールド’、‘紅玉’などで高く、‘祝’、‘世界一’、‘旭’などで低かった。B/Aの比率は‘つがる’、‘レッドゴールド’で高く、‘祝’、‘世界一’、‘旭’で低かった。

水利用効率は‘旭’で高く、‘国光’で低かった。

なお、‘レッドゴールド’については、当年、高温条件下に摘花剤の石灰硫黄合剤を散布したため葉に葉害が生じていた。

表1 葉の光合成、蒸散速度の品種間比較

| 品種 | LA cm ² | GM示度 | 光合成速度 | | | 呼吸速度 % $\mu\text{mol}/\text{dm}^2/\text{h}$ | 蒸散速度 | | | 水利用効率 $\mu\text{mol}/\text{mmol}$ |
|---------|-----------------------|---------|--------------------------------------|--------|--------|--|------------------------------------|-----------|---------|--------------------------------------|
| | | | A | B | B/A | | A | B | B/A | |
| | | | $\mu\text{mol}/\text{dm}^2/\text{h}$ | | | | $\text{mmol}/\text{dm}^2/\text{h}$ | | | |
| ゴールドデン | 68.3ab | 1.51 bc | 16.0 b | 5.9abc | 37 bc | 0.8 | 2.95 bc | 0.29 bcde | 10 bcde | 5.7ab |
| スターキング | 56.0 bc | 1.45 c | 16.0 b | 6.0abc | 37 bc | 1.0 | 2.95 bc | 0.14 cde | 5 cde | 5.8ab |
| レッドゴールド | 68.0ab | 1.57 b | 17.5ab | 6.2ab | 35 bcd | 0.8 | 3.30ab | 0.51ab | 16ab | 5.5ab |
| 祝 | 36.3 d | 1.74a | 18.3a | 6.4a | 35 bcd | 1.1 | 3.18ab | 0.02 e | 0 e | 6.1ab |
| 紅玉 | 49.0 c | 1.71a | 18.4a | 6.2ab | 34 cd | 0.9 | 3.50a | 0.35 bc | 10 bcd | 5.5ab |
| 世界一 | 63.3 b | 1.49 bc | 13.6 c | 5.7abc | 42a | 1.0 | 2.45 d | 0.03 de | 2 de | 6.0ab |
| つがる | 67.0ab | 1.80a | 17.5ab | 5.7bc | 33 d | 0.9 | 3.36ab | 0.77a | 23a | 5.5ab |
| 国光 | 58.7 bc | 1.54 bc | 17.4ab | 5.6bc | 33 d | 1.1 | 3.50a | 0.29 bcde | 9 bcde | 5.3 b |
| 印度 | 77.3a | 1.53 bc | 14.1 c | 5.4 c | 38 b | 0.8 | 2.65 c | 0.22 bcde | 8 bcde | 5.6ab |
| 旭 | 63.0 b | 1.56 bc | 13.9 c | 5.3 c | 36 bc | 0.8 | 2.30 d | 0.09 cde | 4 cde | 6.4a |
| ふじ | 63.7 b | 1.57 b | 16.2 b | 5.7 bc | 35 bcd | 0.8 | 2.98 bc | 0.34 bcd | 12 bcd | 5.6ab |
| 有意性 | ** | ** | ** | * | * | NS | ** | * | * | * |

GM示度:富士グリーンメーター示度

測定条件A:多照乾燥条件、光量子束密度700 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 、気温20℃、露点10℃

測定条件B:少照高温多湿条件、光量子束密度150 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ 、気温25℃、露点18℃

表2 少照高温多湿条件下における水利用効率

| 品種 | 水利用効率 | 品種 | 水利用効率 |
|---------|-------|--------|--------|
| つがる | 9a | 印度 | 28a |
| レッドゴールド | 14a | スターキング | 50ab |
| ふじ | 19a | 旭 | 68ab |
| 紅玉 | 20a | 世界一 | 223 bc |
| ゴールドデン | 23a | 祝 | 375 c |
| 国光 | 23a | | |

仮に0値の蒸散速度値に0.01を代入した場合

この試験で本来、求めたかった少照高温多湿条件下の水利用効率 (WUE) は、‘祝’などで蒸散速度の反復に0を含むため算出できなかつた。そのため、仮に0の所に0.01を代入した結果を表2に示した。

その結果、水利用効率は‘祝’及び‘世界一’で高く、これらの品種は乾燥条件に適応した品種群と思われる。

一方、水利用効率の低い‘つがる’、‘ふじ’、‘紅玉’は我が国の高温多湿な気象には適応した品種、あるいはやませに適応した品種であるところは興味深い。

表1に上記のWUE、Bを加えて内部相関行列を表3に示した。

葉面積の大きい品種は少照高温多湿条件下の光合成速度が低く、呼吸速度も低い。グリーンメーター示度の高い品種は標準条件の光合成速度が高かつた。標準条件下では光合成速度と蒸散速度の相関が高かつた。

少照高温多湿条件下における光合成速度の品種間変動は小さく、蒸散速度には極端な品種間変動が認められた。結局、少照高温多湿条件下のWUEはその時の蒸散速度によって、ほとんど決定されていることになる。試算の

結果と少照高温多湿条件下における蒸散速度の間には負の相関が認められ、しかも順位がほぼ一致していることから、蒸散速度がWUEの代替として使用可能と思われる。

4 まとめ

水利用効率が高く、少照高温多湿条件下で蒸散の少ない品種は‘祝’、‘世界一’のように全般的に我が国では栽培しづらい品種であることから、少照高温多湿条件下における水利用効率あるいは蒸散速度が高温多湿な地域にその品種が適応するかの判断基準の一部として利用可能と考えられた。

表3 内部相関行列

| | LA | GM示度 | 光合成速度 | | | 呼吸速度 | 蒸散速度 | | | 水利用効率 | |
|--------|----|-------|-------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|
| | | | A | B | B/A | | A | B | B/A | A | B |
| LA | | | | | | | | | | | |
| GM | | -0.42 | -0.57 | -0.67* | 0.28 | -0.70* | -0.35 | 0.38 | 0.47 | -0.28 | -0.69* |
| Pn.A | | | 0.64* | 0.33 | -0.61* | 0.15 | 0.53 | 0.48 | 0.40 | -0.12 | 0.05 |
| Pn.B | | | | 0.71* | -0.86** | 0.40 | 0.94** | 0.46 | 0.37 | -0.52 | -0.02 |
| Pn.B/A | | | | | -0.28 | 0.41 | 0.55 | -0.02 | -0.09 | -0.14 | 0.34 |
| R | | | | | | -0.18 | -0.88** | -0.64* | -0.59 | 0.59 | 0.30 |
| Tr.A | | | | | | | 0.39 | 0.32 | -0.40 | -0.09 | 0.69* |
| Tr.B | | | | | | | | 0.59 | 0.52 | -0.76** | -0.21 |
| Tr.B/A | | | | | | | | | 0.99** | -0.73* | -0.71* |
| WUE..A | | | | | | | | | | -0.72* | -0.76** |
| | | | | | | | | | | | 0.58 |