果実の品質に関する研究 (第2報)

糖用屈折計の示度と果実成分との関係

樽谷隆之*・北川博敏*・馬場 稔*

Studies on the Quality of Fruits. Part II.
The effect of fruit constituents on refractometer values.

TAKAYUKI TARUTANI, HIROTOSHI KITAGAWA and MINORU BABA.

近年果樹の増殖はめざましく、果実が大衆品となり、また、加工原料としての消費が伸びるにつれて、食味を中心としたいわゆる成分組成が、果実の品質を評価する重要な要素となってきた。果実の味は主として糖と酸の含量で決まるもので、前報¹⁾では両成分を基にして、ミカンの品質を評価する方法について報告した。その場合酸を測定することは比較的簡単であるが、糖の含量を分析的に調べることは非常に複雑な作業である。その点、携帯に便利な糖用屈折計 (Hand Refractometer) を用いれば、数滴の液汁で糖の含量が即座に測定できるため、果実を取扱かう分野では広く用いられてきた。しかし、この計器の示度は純粋なシロ糖液の、20°C における濃度を%目盛りで表わしており、果実のようにシロ糖と屈折率の異なる他の成分が複雑に混り合っているものでは、屈折計の示度と糖の含量とは必ずしも一致しない。したがって、屈折計示度を糖含量としてそのまま取扱かうと、ときに非常に不合理な結果を招くことがある。

糖用屈折計はその簡便さにより今後一段と使用の拡がることが予測される。そこで、この際あらためて糖用屈折計の示度と果実成分との関係を検討し、本器の特性を把握し、有効適切な使用の基礎資料を得るために行なったものである。

実験方法

使用した糖用屈折計は Toshiba と Atago の両器種で、0~32% 表示のものを用いた。糖用屈折計の補正と正確度は、濃度を変えたシロ糖溶液をつくり、Abbe Re-

fractometer での物理的測定値および化学分析による測定値で検討した。その結果両器種とも正常であることを確かめ得た。なお、測定はすべて 20°C 恒温室内で行なった。

糖の絶対値を知るため BERTRAND 法で測定し、グルコース換算値で表わした。

滴定酸は常法に従い N/10 NaOH で滴定し、リンゴはリンゴ酸、ブドウは酒石酸、その他はクエン酸にそれぞれ換算した。

可溶性固形量は、濾紙で不溶性固形物を除いた果汁濾液について、25 ml 容ビクノメーターを用い、20°C における液比重を測定し、換算表²⁾から近似値を求めた。

実験結果および考察

1. 果実の種類による屈折計示度と成分との関係

可食適期の果実を搾汁し、得た果汁分について糖用屈折計の示度と、分析により測定した全糖とが、どのような関係にあるかを調べた。糖以外の成分で食味に密接な関係を持ち、同時に、屈折計の示度に影響を及ぼすものとして滴定酸も測定した。屈折計示度のなかに占める全糖の割合を次式で算出し、数値の大きいものから配列したのが第1表である。

$$\frac{\text{全糖}}{\text{屈折計示度}} \times 100$$

従来から知られているとおり、屈折計示度と全糖量が一致しないことは本成績からも明らかで、屈折計示度がつねに全糖より高い値を示す。もちろん多くの果実で可

* 香川大学農学部園芸利用学研究室 (香川県木田郡三木町)
Faculty of Agriculture, Kagawa University, Kagawa.

第1表 果実の種類による屈折計示度と成分との関係

果 実 の 種 類 (品 種)	屈折計示度 A, (Bx°)	全 糖 B, (%)	$\frac{B}{A} \times 100$ (%)	滴 定 酸 (%)
ブ ド ウ (ベリー・アlicant A)	16.2	15.2	93.8	0.61
リ ン ゴ (紅 玉)	10.2	9.4	92.2	0.63
カ キ (愛 宕)	15.3	14.1	92.2	0.32
ナ シ (二 十 世 紀)	10.0	9.2	92.0	0.27
パインアップル (スムース・カイン)	14.1	12.3	87.2	1.23
温州ミカン (尾 張 系)	12.3	10.4	84.6	0.99
モ モ (大 久 保)	9.8	8.1	82.7	0.21
夏ダイダイ	9.2	5.8	63.0	2.12
ト マ ト (福 寿 2 号)	4.1	2.3	56.1	0.44
レ モ ン	7.0	0.9	12.9	6.44

食適期にあるものは、糖の含量が他の成分に比べ圧倒的に多いため、示度のなかに占める割合も非常に高い。しかし、レモンのように極端な例ではわずかに糖が示度の12.9%を占めるにすぎない。このように果実の種類で示度と糖度とが異なるのは、糖以外の成分が示度に影響してくるため、Scott ら⁴⁾は柑橘果汁を用いて、それらに関する精細な実験を行なっている。その結果、クエン酸、還元糖は実際の濃度より示度のほうが小さく、可溶性ペクチン、アミノ化合物、クエン酸塩、パルプ、フラボノイドなどは大きな値を示すと報告している。本成績でも、レモンの場合屈折計示度の大部分を酸が占めているわけである。以上のことから屈折計だけに頼って、果実の味に対する品質評価をすることが、いかに危険なことであるかがわかる。

2. 成熟中の果実の屈折計示度と成分との関係

果実は成熟に伴って成分組成の上に相当顕著な動きがみられる。その間における屈折計の示度と成分との関係について検討した。供試した材料は、香川大学農学部果樹園に栽植されているブドウを用い、品種別に一定期間ごとに果実を採取して用いた。結果は第1図のとおりであった。

いずれの品種も成熟初期は酸の含量が著しく高く、それに反して糖の含量が低いため、屈折計の示度は主として酸によって占められている。その関係は熟度が進むにつれて逆転し、成熟の末期には屈折計示度に全糖の値がもっとも接近する。すなわち、成熟の時期によっても屈折計の示度のなかに占める成分組成がつねに変動するものであることを知らなければならない。

成熟中は屈折計示度と可溶性固形量とは、いずれの場合も近い値を示した。このことは、原料としての果実の

第1図 ブドウ果実成熟中の成分の動き

品質を主として可溶性固形量で評価する果汁工業で、広く屈折計が用いられていることからしてもわかる。なかでも粘度が高く比重計の使えない濃縮果汁の可溶性固形量の測定に威力を発揮している。ただ、厳密には成分それぞれに屈折率が異なるため、示度と固形量とは一致しない。その点 Scott ら⁴⁾、Stevens ら⁵⁾は、屈折計示度から真の可溶性固形量に近い値を算出する方法について検討している。要するに、果実のように複雑な成分組成のものでは、屈折計示度を糖度とみるよりも、むしろ、可溶性固形量とみるほうが、より妥当性が高い。

第1図を品種特性から検討するとそれぞれ興味深い事実を表わしているが、ここでは省略する。

3. 果汁の醗酵中における屈折計示度と成分との関係

果実は収穫後も呼吸、醗酵、腐敗などによって、その成分組成は刻々と変化している。なかでも醗酵は食品工業的にみて重要な変化であり、また、成分の動きも成熟中と相当趣を異にする。そこで、リンゴ（紅玉種）を用いて醗酵経過中の屈折計示度の動きと成分との関係について調べた。供試果実は市販品を購入したもので、洗浄、4分割、除芯し、それをジューサーにかけて果汁分と粕とを分離した。果汁分をさらに遠心分離機にかけ、その上澄液を供試液とした。液を3l容三角フラスコに入れ、棉栓をほどこし、20°Cの恒温室に置いて自然醗酵させた。5日ごとに試料の一部をピペットで吸取り供試した。結果を第2図に示す。

醗酵開始時の屈折計示度、可溶性固形量、全糖は比較的近い値を示していた。それが、醗酵が進むにつれていずれも値が低下し、なかでも全糖の低下率はもっともはげしかった。なお、特異な現象として今まで成分組成が変わってもつねに近似値にあった屈折計示度と可溶性固形量が、ここでは大きな開きをみせた。以上の諸変化は、可溶性固形量の主体をなす糖が、醗酵によって揮発性のアルコール、さらには酢酸に変化するため起こる現象と解される。その点を明確にするため醗酵液の一部を重量減を抑えながら100°Cで30分間加熱し揮発性分を除き、加熱後の屈折計示度を測定した。結果は第3図に示すごとくであった。

すなわち、加熱処理によって屈折計の示度は低下して

第2図 リンゴ果汁の自然醗酵による成分の動き

第3図 醗酵果汁の加熱による屈折計示度の動き

第4図 醗酵果汁の加熱による滴定酸の動き

ほぼ可溶性固形量と一致した。このことは、加熱により除かれた揮発成分が屈折計示度に影響していたことは明らかである。その場合、加熱前後の酸度を測定した第4図の成績からみてもわかるように、醗酵30日後でも揮発酸の生成は僅少であり、主として示度に影響を及ぼした揮発成分はアルコールによるものと考えられる。もともと、糖用屈折計と同じ機構のアルコール屈折計が市販されており、また、糖用屈折計を用いて実際にアルコールとか酢酸など揮発性成分を測定し、濃度に応じてそれぞれの示度が得られることからして、屈折計の示度がつねに可溶性固形量に近い値を示すものでない点に注意しなければならない。

4. ブドウ果実の成熟ならびに醗酵中における屈折計示度と成分との関係

以上述べた成績はいずれも断片的なものであった。そこで、ブドウの醸造用品種であるマスカット・ペリーAを用い、成熟から醗酵まで連続してその変化を調べた。

第5図 ブドウの成熟ならびに醗酵中における成分の動き

材料は香川大学農学部果樹園に栽植されているものを使い、醗酵はリンゴの場合に準じて行なった。結果をまとめたのが第5図である。

成熟中、収穫（可食適期）、醗酵中のそれぞれは、個別に行なった実験と同じ傾向を示した。ただ、このように同一材料を用いて連続的にその変化を検討すると、各時期における屈折計示度と成分との関係がより明確となる。すなわち、各成分は時期的に連続的な変化を示すが、屈折計示度のなかに占める主成分を時期的に特徴づければ次のようになる。

時 期	屈折計示度中に占める主成分
成熟初期	有機酸
完熟期	糖
醗酵末期	揮発成分（アルコール、揮発酸など）

このような傾向は、レモンなど特殊なものを除いて、一般の果実ではみられるものと思われる。ただ、果実で屈折計を使用する場合の多くが完熟期のもので、その時期は糖が屈折計示度のなかに占める比率のもっとも高い時期に当たるため、今日まであまり大きな支障がみられなかったものと考えられる。しかし、今後果実の生産がふえ、外観よりも成分的な品質がより重視されるようになれば、それだけ糖用屈折計の使用範囲も広がることが予測される。その場合、果実の種類、品種、成熟時期、肥培管理その他各種の条件で、屈折計示度のなかに占める成分組成はつねに異なるものであるから、示度の取扱いについては十分な配慮が必要である。

要 約

糖用屈折計で果実のように複雑な組成のものを測定し

た場合、得られた示度と実際の成分とがどのような関係にあるかを検討した。

(1) 可食適期の果実を種類別に調べた結果、屈折計示度は分析糖度よりつねに高い値を示した。また、示度のなかに占める糖の比率は果実の種類で異なり、多くは90%前後を示した。しかし、示度に対し糖の比率の低いものもあり、レモンのごときは10%強にすぎず、示度の大半が有機酸で占められるものもあった。したがって、屈折計示度だけから糖の含量、あるいは食味を推測することは非常に危険である。

(2) ブドウについて熟期別に屈折計示度と成分との関係を検討した。成熟初期の果実は糖に比べて酸の含量がはるかに高く、屈折計示度は主として酸によって占められる。熟度が進むにつれて酸は減少し、逆に糖の増加は著しく、収穫期には示度中に占める糖の比率は最高となる。そのように熟期によって成分組成に顕著な変動がみられるが、可溶性固形量は成熟の全期間を通じつねに示度と近い値を示した。

(3) 果汁を醗酵させた際の関係を調べた結果、屈折計示度、可溶性固形量、全糖のいずれも醗酵が進むにつれて低下した。しかし、三者の低下率は異なり、全糖の低下がもっともすみやかで、次いで可溶性固形量、屈折計示度の低下はゆるやかであった。それがため、醗酵によって示度中に占める糖の比率は急激に低下した。なお、普通の場合示度と可溶性固形量の値は比較的良好一致するが、醗酵が進むにつれて両者の値は大きく開いた。以上の現象は、可溶性固形量の主体をなす糖が、醗酵により揮発性のアルコール、酢酸などに变化するためにおこるものである。

(4) 結局、糖用屈折計の示度のなかに占める成分組成は、果実の状態ですべて異なるため、その数値の取扱いは慎重な配慮を必要とする。

文 献

- 1) 樽谷隆之・真部正敏：農業および園芸，40，(11)，97 (1965)。
- 2) 果汁研究会：果汁ハンドブック，下巻，(高陽書院)，p. 653 (1955)。
- 3) SCOTT, W.C., MORGAN, D.A. and VELDHIJS, M. K.: *Food Technol.*, 14, (9), 423 (1960)。
- 4) SCOTT, W.C., MORGAN, D.A. and VELDHIJS, M. K.: *Food Technol.*, 15, (4), 180 (1961)。
- 5) STEVENS, J.W. and BAIER, W.E.: *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.*, 11, 447 (1939)。

(1967年3月11日受理)