近赤外分光法の緑茶品質管理への利用

佐々木製茶株式会社

原 利 男

(平成 7 年 7 月 3 日受理)

Quality Control of Japanese Green Tea by
Near Infrared Spectroscopy

Toshio HARA

Sasaki Seicha Co., Ltd

1. は じ め に

緑茶の品質と相関の高い成分は全窒素と粗繊維で、これらは原葉の熟度（生葉の硬さ）と密接な関係がある。また、緑茶の味を構成する成分はカテキン類（タンニン）、カフェイン及び遊離アミノ酸類（以下、アミノ酸と略す）で、これら 5 成分を近赤外法で簡単に分析できれば、緑茶の品質管理あるいは品質評価に利用できる。

茶の全窒素、カフェイン、アミノ酸、テアニン及びタンニンなどの近赤外法による分析は、池ヶ谷ら¹⁾により検討され、その定量法が確立されている。また、近赤外法により茶の主要成分を定量できる分析装置が市販され、茶の品質評価への利用^{2,3)}が検討されている。

しかし、測定データを茶の品質管理等に充分活用する段階までには至っていない。これは分析結果の整理及び利用方法等があまり検

討されていないからである。そこで、近赤外法により定量した茶成分値を、パーソナルコンピュータに取り込み、茶の品質管理等に利用する方法⁴⁾を検討したので、これを中心に紹介し、併せて研究面への利用についてもふれてみたい。なお、本資料は第 10 回非破壊計測シンポジウム（1994 年 11 月 18 日、つくば市、科学技術庁研究交流センター）で講演した内容を、加筆、訂正したものである。

2. 近赤外法による茶成分の分析

近赤外法による茶成分の分析方法については、池ヶ谷らの詳細な研究報告¹⁾があるので、それを参照されたい。

現在、使用されている分析装置においては、表 1 に示す茶の標準（化学）分析法⁵⁾を基準にして、多くの試料を測定し、線形重回帰分析等の統計的手法で検量線を作成する。したがって、近赤外法の分析精度（表 1 に示す予

表 1 茶の標準分析法と近赤外法の予測標準誤差

分析項目	標準分析法	予測標準誤差(%)
水分	常圧 100°C 乾燥法 ⁵⁾	0.15
全窒素	セミマイクロケルダール法 ⁵⁾	0.1
タンニン	酒石酸鉄比色法 ⁵⁾	0.5
カフェイン	HPLC による定量 ⁵⁾	0.15
アミノ酸	ニンヒドリン呈色法 ⁵⁾	0.3
粗繊維	Van Soest 改良法 ⁵⁾	1.0

注：近赤外法による予測標準誤差は静岡製機㈱。茶成分分析計のカタログから引用。

測標準誤差)は標準分析法とだいたい同じ精度となる。

一例として、静岡製機(株)・茶成分分析計GT-8で茶の全窒素及びタンニンを定量し、化学分析値と対比した結果を図1及び2に示す。これによると、茶の全窒素は近赤外法で非常によい精度で定量でき、予測標準誤差は0.1%以下で、ケルダール法による分析精度とほぼ同じと考えられる。

図1 煎茶の全窒素の化学分析値と近赤外法分析値の対比

図2 煎茶のタンニンの化学分析値と近赤外法分析値の対比

一方、タンニンは近赤外法による定量値がかなりバラつくが、標準誤差0.5%以内である(図2)。タンニンについては、比色分析を採用していることから標準分析法もこの程度のバラツキがあり、分析精度としては問題はない。

近赤外法による茶の分析値として問題があるのは水分と粗繊維で、前者は常圧100°C・3～5時間乾燥法を標準にしているので、少し低い水分値となる。今後、水分の定量については乾燥温度を再検討する必要があると思う。

また、近赤外法による茶の粗繊維の定量は、標準法として中性デタージェント溶液⁹⁾を用いて、茶粉末を煮沸し、細胞内容物を洗い流して、残渣を測定している。一般に食品分析法では、この残渣から灰分を除いているが、近赤外法による茶の粗繊維は灰分を含んだ数値を使用している。茶の品質指標の一つとして利用するにはよいと思うが、成分値としては灰分を除く必要があると考える。

3. 近赤外分析装置と分析システムの構成

筆者が使用している近赤外分析装置と分析システムの構成を簡単に紹介する。

3. 1 近赤外分析装置

静岡製機(株)・茶成分分析計GT-8を使用した。本装置は茶の水分、全窒素、粗繊維、タンニン、カフェイン、アミノ酸及びテアニンなどの主要成分を近赤外法で定量する分析計である。また、本装置で茶の主要成分を分析するには、コーヒーミル等で一定時間粉碎した茶(粉末)をセルに詰めて測定する。ただし、茶の水分と全窒素を迅速に測定したい場合には、茶のままセルに詰めて測定できる検量線も作成されている。製茶工程管理に水分を測定する場合には都合がよい。

3. 2 分析システム

分析システムは茶成分分析計(静岡製機(株)・GT-8)とFAパーソナルコンピュータで構成し、分析計で測定した各成分値はRS-

図3 茶分析システムメニューの概要

* 計測データファイルをロータス-1-2-3のデータファイルに変換する。

232 Cを通してパソコンに取り込むようにした。システムメニューの概要を図3に示す。メインメニューから実行したい処理を選択する。まず、サンプル情報登録処理を選択し、分析前に分析試料の情報をパソコンに記録する。この場合、よく使用する情報はマスターメンテナンスにあらかじめ登録しておき、常時パソコンに取り込めるようにした。

次に、サンプル計測に移る。この場合、1回に15点のサンプルを登録し、連続して分析できるようにした。分析した一連のデータファイルは荒茶及び仕上茶の別に表計算ソフトのワークシートに移し、グラフ表示等で比較できるようにした。

4. 製茶工程管理への利用

茶の流通経路を最も簡単に考えると、図4に示すように茶園で生産された生葉は、荒茶工場で水分約5%の荒茶に加工され、それを産地問屋が購入し、荒茶のまま冷蔵する。産地問屋では需要に応じて、水分2~4%の仕上茶に加工、包装して消費値小売店に販売する。したがって、緑茶の取引は荒茶と仕上

茶に区別され、加工工程は荒茶の製造と仕上茶の加工に大別される。

荒茶の製造は、水分約80%の生葉を蒸して、もみながら乾燥するので、茶葉の水分管理は重要である。一番茶の最初は機械の運転が不慣れで、荒茶工場から乾燥不良の製品が産地問屋に持ち込まれることが時にある。これについては、手触りでもわかるが、近赤外法で水分を測定すれば、分析値(表2)をもって荒茶工場に乾燥状態の改善を指導できる。

表2 乾燥不良の荒茶測定例(1993)

工場	水分(%)	全窒素(%)	乾燥程度
A	4.6	5.8	良好
B	6.9	5.7	不良
C	5.4	5.7	良好

注：A, B, Cとも一番茶の手摘み製品。

仕上茶については、図5に示すように価格の高いものほど水分が多いが、これは火入れの強度のちがいによるものである。とくに、新茶の時期には新鮮香を重要視するので、火入れが弱くなりがちである。火入れ前後の茶の水分を測定し、水分が3~4%となるように火入れ工程を管理する。本報告に使用した仕様の機種(静岡製機(株)・茶成分分析計GT-8)は、茶のままセルに詰めて水分を測定できるので、工程管理上、都合がよい。

5. 品質管理への利用

5.1 荒茶成分の特性調査

荒茶については、工場別に茶成分の経時変化を調べ、各茶期ごとの分析値を比較すれば、その工場の茶の品質特性がよくわかる。

図4 茶の流通経路

一例として、小笠製茶(株)・で1994年に製造された一番茶と二番茶を毎日採取して、各茶期の経時的な成分変化を比較した結果のうち、全窒素とアミノ酸含有量を比較した結果を図6に示す。

図5 価格別煎茶の水分含量 (1992)

図6 荒茶の全窒素とアミノ酸含有量の比較 (1994)

これによると、一番茶の前半は二番茶より全窒素含有量が高かったが、一番茶の後半になると二番茶と同じ全窒素含有量になった。しかし、香味は一番茶後半でも二番茶よりよく、高く取り引きされる。したがって、全窒素含有量で一番茶と二番茶を通して品質評価をすることは困難である。

アミノ酸含有量は二番茶より一番茶が全体的に多く、一番茶後半になっても減少が少なく、一番茶末期のものでも二番茶よりアミノ酸含有量は高かった。このようにアミノ酸含有量は品質をよく反映しており、一、二番茶を通して品質指標となることがよくわかる。

図には示さなかったが、タンニン含有量は一番茶より二番茶に多く、カフェイン含有量は一番茶と二番茶の差が少なかった。粗繊維は全窒素の逆の傾向を示した。

次に、茶の味を構成するタンニン、カフェイン及びアミノ酸の成分バランス(以下、主要成分バランスと略す)を調べた結果を表3に示す。

これによると、一番茶及び二番茶とも摘採時期の早いもののほど、タンニンの割合が少なく、アミノ酸の割合が多い、とくに、この傾向は一番茶に大きく認められた。また、一番茶は二番茶に比較して、タンニンの割合が少なく、アミノ酸の割合が多かった。

表3 荒茶の主要成分バランス (1994)

茶期	製造月日	タンニン	カフェイン	アミノ酸	備考
一番茶	4.21	67.3	15.7	17.0	手摘み
〃	4.27	68.3	14.7	17.0	〃
〃	4.30	70.5	14.0	15.5	はさみ
〃	5.10	74.4	12.0	13.6	〃
二番茶	6.10	77.1	14.0	8.9	〃
〃	6.16	78.8	13.3	7.9	〃
〃	6.23	79.8	13.0	7.2	〃

注：タンニン+カフェイン+アミノ酸=100

図7 仕上茶の成分比較 (1992)

カフェインの割合は一番茶と二番茶にあまり差が認められなかった。

5. 2 仕上茶成分の特性調査

品質と成分の関係を調べるため、仕上茶について価格別に茶成分の特性調査を行った。一例として、佐々木製茶(株)・直売部で1992年10月から12月にわたって市販した、kg単価1,000円から15,000円までのサンプル11点を毎月集めて、分析した結果を図7に示す。

これによると、全窒素含有量は従来からいわれているように、価格の高いものほど多くなっているが、この調査では2,000円/kgと3,000円/kgのものは差がない。この点については荒茶のところで説明したように二番茶(2,000円/kg)と一番茶末期(3,000円/kg)

のものは、全窒素含有量にあまり差がないためと考えられる。

アミノ酸含有量は仕上茶の価格の上昇に伴って多くなり、向井ら⁷⁾の報告にもあるように煎茶の品質指標の一つとして利用できることが認められる。

タンニン含有量については、4,000円/kg以上のものは価格の上昇に伴って含有量が多くなった。これに対し、3,000円/kg以下のものは特異的な傾向を示しており、このうち、2,000円/kgの茶は二番茶でタンニン含有量が最も多い。次いで、1,000円/kgのものが多く、これは三番茶と四番茶の混合品であるので、このような傾向を示したものと思われる。カフェイン含有量は全窒素とほぼ同じ傾向を示していた。

次に、仕上茶の主要成分バランスを調べた結果を表4に示す。これによると、価格の下がるに従ってタンニンの割合が多くなり、アミノ酸の割合が減少した。とくに、この傾向は3,000円/kg以下のものに強くなった。また、カフェインの割合も価格の下がるに従って少し減少したが、アミノ酸のように大きな変化はなかった。

このように仕上茶については、価格あるいは銘柄別に分析値を整理しておけば、いろいろと利用できる。たとえば、消費地の販売業者からこのような見本の茶が欲しいと、現物を提示された場合、官能検査で品質を調べるとともに、近赤外法で分析すれば、どの価格

表4 仕上茶の主要成分バランス (1992)

価格 (円/kg)	タンニン	カフェイン	アミノ酸
15,000	68.6	15.7	15.7
10,000	68.8	15.4	15.8
8,000	69.2	15.2	15.6
6,000	70.3	14.6	15.1
4,000	72.0	14.2	13.8
3,000	76.1	13.4	10.5
2,000	78.8	13.8	7.4
1,000	84.9	11.9	3.2

注：タンニン+カフェイン+アミノ酸=100

の茶かすぐわかる。また、分析記録をとることによって、販売あるいは包装した商品の手違い等は防止できる。

6. 研究面への利用

国公立の試験研究機関で優良茶品種を選別する場合、育成した多くの系統の品質を調べる必要がある。これには従来から小型製茶機で茶を作り、官能検査で品質を調べていた。官能検査には個人差も含まれるため判定結果の客観性が問題になる場合がある。官能検査と並行して近赤外法で茶の主要成分を分析すれば、茶の品質のよしあしが簡単に推定できるように思う。

また、1993年は全国的な天候不順により、静岡の茶産地においても、凍霜害、一番茶摘採時期のおくれ等が生じ、例年より味が薄い等の現象が認められ、茶の品質も低下した。この年の一番茶を近赤外法で分析し、1994年の一番茶と比較すると、1993年は一番茶前半のものが全窒素とアミノ酸含有量が少し低いことが認められた。このように毎年茶の分析記録を取っておけば、その年の気象条件、あるいは栽培管理と茶の品質の関係が検討できる。

7. 今後の課題

今後多くの分析データが整備され、分析値と品質との関係が明らかになれば、近赤外法で茶の品質を判別できる手法等が開発され、茶の成分分析値で、消費者にその品質が説明できるようになると考える。また、タンニン、カフェイン、アミノ酸等の成分バランスを利用して、茶の味見計的な利用方法が開発される可能性もある。そのためには近赤外法の利

用方法つまりユースウェアについて、国公立の試験研究機関、装置メーカー、茶商工業者等が共同研究をすることが望ましい。

なお、近赤外法で信頼できる分析値を得るためには、基準となる標準分析法の検討と、定期的に行う測定システムの校正に使用する標準サンプルの作成等が不可欠であり、国のレベルでの検討が必要と考える。

8. 引用文献

- 1) 池ヶ谷賢次朗・高柳博次・阿南豊正・岩本睦夫・西成勝好・趙来光 (1988)：近赤外分光法による煎茶および抹茶の全窒素、カフェイン、全遊離アミノ酸類、テアニン、タンニンの定量。野菜茶試研報，B(金谷)，第2号，47～90。
- 2) 後藤 正(1992)：近赤外法による茶生葉及び荒茶の成分分析と品質評価に関する研究。茶研報 76，51～61。
- 3) 堀江秀樹・深津修一・向井俊博・後藤哲久(1992)：官能検査と近赤外分光分析法による市販煎茶の品質評価。茶研報 76，39～44。
- 4) 原 利男・松村正弘 (1994)：近赤外分光法による緑茶の成分特性調査。茶研報 79，25～30。
- 5) 池ヶ谷賢次朗・高柳博次・阿南豊正 (1990)：茶の分析法。茶研報 71，43～74。
- 6) 食物繊維の定量法(1989)：小原哲二郎他編，食品分析ハンドブック，建帛社，東京，pp 252～253。
- 7) 向井俊博・堀江秀樹・後藤哲久 (1992)：煎茶の遊離アミノ酸と全窒素の含量と価格の関係について。茶研報 76，45～50。