

日本茶の品質評価の現状と展望

山口 優 一

独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構野菜茶業研究所

Quality Evaluation of Japanese Green Tea

Yuichi YAMAGUCHI

National Agriculture and Bio-oriented Research Organization

National Institute of Vegetable and Tea Science

キーワード：茶，煎茶，品質評価，官能検査，審査用語

1 緒言

茶は中国を起源とする飲料であり，その味わいや機能性については神代から知られていたとされる．中国における最も古い系統的な茶の専門書として，唐代の8世紀に陸羽が記した茶経がよく知られており，これには茶の栽培，摘採，製造法から飲用法，茶器など広い範囲の記述がなされており，当然その善し悪し（いわゆる品質）についてもふれられている．

ヨーロッパとアジアの本格的な交易が始まった16世紀以来，一貫して茶は主要な貿易産品であり，世界の近代史に大きく影響を与えた．今日，世界中で地域ごとに緑茶，紅茶をはじめとする様々な種類のお茶が広く飲用されているが，これはそれぞれの民族の嗜好を反映したものである．たとえばヨーロッパの場合，交易が始まった当初はもっぱら緑茶が好まれたが，紅茶が出現してからはそれに砂糖を加えて飲用するスタイルが急速に定着し，18世紀には中国からの輸入はほぼ完全に紅茶に置き換わっている．消費者の嗜好が反映された結果といえよう．

一方，茶が日本に伝来したのは，茶経が記されたのとはほぼ同時期とされる．その後，日本の茶は独自の発展をとげ，室町から戦国時代には茶道としての精神文化にまで到達した．茶道は，独特の礼儀作法や茶室，茶道具などを要素とし，いわゆる侘・寂（わび・さび）を精神とする総合芸術であるが，その中心には「抹茶」を味わうという基本的な目的があったはずである．茶道は大名をはじめとする特権階級の茶であったが，江戸時代中期には京都の宇治で煎茶の手揉み製法が発明され，急速に庶民の間に飲茶が普及した．幕末には茶の海外への輸出が始まり，明治から第二次大戦後までの間，重要な輸出産品としての地位を占めることになる．それにともない，茶の製造方法についても，機械化・大量生産化がすすみ，

流通形態も整備されて今日に至っている．

以上のような世界・日本における茶の発達，変遷をみると，その根底には機能性ととも嗜好性や品質が大きく関与している．古い食品であるためと思われるが，茶の品質評価法には特徴的な点が多々あり，良い点，悪い点ともに他の食品における品質評価にも何らかの示唆を提供することができるものと思われる．そこで，本稿では現在日本で行われている茶の官能検査法を中心に解説する．

2 日本茶の流通形態と品質評価

日本茶はいわゆる加工食品の一つであるが，その生産・流通の形態に若干一般的な加工食品とは異なる特徴がある．茶の官能検査法は通常の食品にくらべてかなり統一されているが，そこには茶の生産・流通の特徴が反映されているものと思われる．

チャは永年生の樹木であり，その新芽を乾燥・成型したものが製品としての茶である．摘採された茶芽はすぐに加工する必要があるため，通常製茶工場は茶園に隣接している．製茶を実施するのは生産者であり，ここで製造されるものが荒茶である．荒茶は5%程度の水分を含み，主体となるいわゆる本茶のほかに，茎や粉なども含むやや雑ばくなものである．産地で製造された荒茶は，多くの場合茶市場に搬入され，ここで競売がなされて流通業者の手に渡る．流通業者には様々な業態があるが，単に荒茶を小分けして小売りするのではなく，荒茶の再製（いわゆる仕上げ）を行った上で製品の特徴，価格に基づいてブレンド（合組）した後個別包装し，小売りに回される．荒茶の再製には，選別，火入れ，合組の工程があり，流通業とはいえそのような再製工場を有する業者が大半である．その意味で，茶の流通業者は二次加工

業者でもある。

荒茶は、生産者からみれば生産物であり、流通業者からみれば仕上げ茶を製造するための素材である。荒茶の品質は、産地や生産者が同じでも、天候等の条件により一定ではないため、求める仕上げ茶を作るためには、仕入れる荒茶の品質も厳密に吟味されなければならない。そのような場を提供するのが茶市場の役目であり、官能検査の手法も茶市場で発達してきたといえる。単に値をつけて競り落とすのであれば官能検査法の統一は不要と思われるが、取引の透明性を確保するためには重要である。生産者にとっても、なぜ自分の製造した荒茶の値段が低いのかといった根拠を示されれば、次年度以降の製造方法の改善にもつながるのである。

3 日本茶の官能検査方法

上記のように、茶の官能検査法は茶市場での商取引から発展したものであり、さらにそれを厳密に定め審査基準としたものが品評会における審査方法である。ここではまず、荒茶の品評会である全国茶品評会¹⁾での審査基準と審査方法を中心に解説し、その後、研究場面での審査方法に言及する。

3.1 審査項目

茶の審査項目には外観、香り、水色、滋味の4項目がある。外観は一定量の茶を審査盆に載せて評価する。香り、水色、滋味は外観に対して内質と総称され、茶葉に湯を注いでから評価するものである。当然、外観、内質ともに優れたものが優良品となるが、その配点比率は品評会の種類によりやや異なり、それは審査対象とする茶の性質や、品評会の目的などにより決定される。たとえば、「手揉み茶品評会」では手揉み技術の高さが茶の外観に反映されることから、外観の比率が高い配点となる。全国茶品評会の場合は表1のような配点となっており、茶種によって若干異なるが、全体的に内質重視の配点といえる。

実際の審査では、審査項目ごとに出品茶を点数の高いものから並べ換えた上で一つ一つに付点し、合計をもって順位を決定する。最終的な付点は、審査員の合議制により決定する。合計が同点の場合は、内質の得点の多い

ものを上位に、内質の得点が同点の時は、香气と滋味の合計が多いものを上位として、以下、滋味の得点の多いもの、香气の得点の多いもの、水色の得点の多いものの順とする（全国茶品評会の場合）。

多くの品評会では、はじめに外観審査を行い、外観審査評点の高いもの順に並べ換えた上で内質審査を行う。茶の場合、総じて外観の優れたものは内質も高く、多点の内質審査では茶の並べ換えが煩雑であることから、この方法は審査の能率化につながるものである。

3.2 審査方法の詳細

外観については、茶を黒色の審査盆に載せ、形状と色沢を評価する（図1）。この時、審査会場の採光には充分注意する必要がある。特に、場所により光の条件が異なっている場合は公平な審査ができない。

香りについては、均等に計り取った茶葉3gを審査茶碗に入れ、熱湯を注いだ後、掬い網で茶葉を持ち上げて匂いを嗅ぎ審査する。水色・滋味については、18メッシュのネットカップを用い、熱湯注入後、普通煎茶で5分、玉露で6分間浸出して評価する。水色については、外観同様、光の条件によって色の見え方が大きく異なるので注意が必要である。さらに、審査用の水の水質も適切なPH、硬度である必要がある。事前に水質検査を行って公表することとなっている。また、滋味と水色については沸騰後の加熱時間によっても影響を受けるので、これも3~5分程度に揃える必要がある。図2に茶の審査に用いられる審査茶碗、ネットカップ、掬い網の写真を示す。

3.3 各項目の評価基準と付点

表2に全国茶品評会における「普通煎茶」の、表3に「玉



図1 審査盆による外観審査



図2 内質審査に用いられるネットカップ（左）と掬い網（右）

表1 全国茶品評会における配点基準

茶種	内質				外観	合計
	香り	水色	滋味	から色		
普通煎茶	75	30	75		20	200
深蒸し煎茶	70	30	80		20	200
かぶせ茶	70	30	70		30	200
玉露	65	30	65		40	200
てん茶(碾茶)	65	20	65	10	40	200
蒸し製玉緑茶	75	30	75		20	200
かまいり製玉緑茶	75	30	75		20	200

露」の審査基準を示す。各審査項目毎に基準が定められているが、「評価基準」の欄に記述されているものがいわゆる理想的な茶の定義であり、チェック項目に記述されているのが欠点となる用語である。付点は、基本的に、理想的なものを満点とし、欠点項目に当てはまるものを下げる、いわゆる減点法で行われる。下げる場合の点数度合いについては、その欠点の程度により勘案され、その意味では、絶対評価的な付点といえる。出品数が多い場合は、似たもの同士をグループにし、グループ毎に付点される。下位のものについては、減点の理由となった減点項目を付して公表する。

3.4 研究場面での官能検査方法

日本における茶業研究は、1896年に東京西ヶ原に農商務省製茶試験所が設立されて以来、100年以上の歴史があり、育種、栽培、加工の分野で数々の研究が行われてきた。茶業研究においては、あらゆる技術開発の場面

で茶の品質検査がまず第一に重要であり、熟練した研究員が官能検査を担当してきた。研究場面における茶の官能検査方法も、品評会で行われている方法と基本的には同一であり、欠点項目も同様であるが、付点の方法については研究上の目的であることからさらに統一されている。以下に、野菜茶業研究所で行われている標準審査方法の概略を説明する。

審査項目は、形状、色沢、香気、水色、滋味の5項目とする。すなわち、品評会と比べて、外観が形状・色沢に分割されている。各項目の点数配分は20点とし、したがって、総合評価の合計は100点満点となる。付点方法は原則的に絶対評価とし、概ね下の区分にしたがう。

優	17.0以上	品評会で入賞するようないわゆるまれ物
良	16.5～14.0	市場で上級品として扱う茶
普通	13.5～11.0	市場で最も多い茶

表2 全国茶品評会における「普通煎茶」の審査基準

項目	評価基準	チェック項目
外観	形状	◎減点項目 i 形状 ・大形・伸び不足・縮り不足・扁平 ・不ぞろい・破碎・雑ばく ii 混入 ・粉・茎・硬葉・黄葉・浮葉 ・小玉 iii その他 ・仕上げ風
	色沢	◎減点項目 i 形状 ・大形・伸び不足・縮り不足・扁平 ・不ぞろい・破碎・雑ばく ii 混入 ・粉・茎・硬葉・黄葉・浮葉 ・小玉 iii その他 ・仕上げ風
香気	①爽快な若芽の香りのあるもの ②新鮮味のある香りのあるもの	◎減点項目 ・かぶせ香・青臭・硬葉臭・茎臭 ・火香・こげ臭・むれ臭・萎凋臭 ・葉いたみ臭・湿り臭・変質臭・煙臭 ・油臭・移り臭・異臭
水色	黄緑色で明るく澄み、濃度感のあるもの	◎減点項目 i 色調 ・にごりのもの ・青にごりのもの ・薄いもの ・黄色で濃度感のないもの ・沈さの多いもの ii 水色 ・赤み・赤黒み・黒み・青黒み ・青み・黄色み iii その他 かぶせ風
滋味	①甘み、渋味、苦味と旨味が適当な濃さで調和したもの ②舌にまろやかに当たり喉越しがよいもの ③口の中に清涼感を与えるもの	◎減点項目 ・かぶせ味・青臭味・硬葉味・茎味 ・苦味・苦渋味・渋味・淡泊・雑味 ・火入れ味・こげ味・むれ味・萎凋味 ・葉傷み味・湿り味・変質味・煙臭味 ・油臭味・移り味・異味

表3 全国茶品評会における「玉露」の審査基準

項目	評価基準	チェック項目	
外観	形状	①縮りがよく細よれで良く伸びたもの ②芽揃いが良いもの ③手のひらにのせて重量感のあるもの	◎減点項目 i 形状 ・大形・伸び不足・縮り不足・扁平 ・不ぞろい・破碎・雑ばく ii 混入 ・粉・茎・硬葉・黄葉・浮葉 ・小玉 iii その他 ・仕上げ風
	色沢	①冴えて、鮮やかな色合いで、鮮緑色または濃緑色のもの ②光沢があるもの	◎減点項目 i 形状 ・大形・伸び不足・縮り不足・扁平 ・不ぞろい・破碎・雑ばく ii 混入 ・粉・茎・硬葉・黄葉・浮葉 ・小玉 iii その他 ・仕上げ風
香気	①覆い香（海苔様の香り）があり新鮮み（煎茶、かぶせ茶のミル芽香*でなく覆い香と一体のもの）と良く調和したもの ②温和な甘い香りが豊かで持続性のあるもの	◎減点項目 i 香気 ・覆い香不足・青臭・硬葉臭・茎臭 ・火香・こげ臭・むれ臭・萎凋臭 ・葉いたみ臭・湿り臭・変質臭・煙臭 ・油臭・移り臭・異臭 ii その他 ・普通煎茶風・かぶせ茶風	
水色	①色調の明るいもの ②色あいは、煎茶やかぶせ茶よりやや淡く（着色程度または彩度が小さい）まろやかな滋味を感じる濃度感のあるもの	◎減点項目 i 色調 ・色調の暗いもの・にごりのもの ・青にごりのもの・薄いもの ・沈さの多いもの ii 水色 ・赤み・赤黒み・黒み・青黒み ・黄色み iii その他 かぶせ茶風	
滋味	①覆い味と旨味や新鮮み（煎茶、かぶせ茶のミル芽香*でなく覆い味と一体のもの）が良く調和した温和なもの ②舌触りがまろやかな感じの濃度感のあるもの	◎減点項目 ・かぶせ味・青臭味・硬葉味・茎味 ・苦味・苦渋味・渋味・淡泊・雑味 ・火入れ味・こげ味・むれ味・萎凋味 ・葉傷み味・湿り味・変質味・煙臭味 ・油臭味・移り味・異味	

*ミル芽香・ミル芽味：熟度の若い新芽特有の良質な香気・風味

やや劣る 10.5～8.0 市場で下級品として取り扱う茶
劣る 7.5 煎茶であっては柳もしくは番茶に近いもの

このように付点することにより、研究実施機関や研究者が異なっても、点数をみればどの程度の茶であるかが想像できる。ただし、最近では試験研究機関の体制が昔と異なり、標準審査法による評価が困難になりつつある。

3.5 茶の審査用語の特徴

表1、表2に普通煎茶と玉露における審査用語を示したが、茶は伝統食品であることから、歴史的経緯により定められた特殊な用語がきわめて多い。また、香気と滋味を比べると重複した特徴を示す用語が多いが（例えば、「かぶせ香」と「かぶせ味」、「青臭」と「青臭味」など）、

これは滋味であっても舌のみではなく、鼻で感ずる風味を含めて審査しているためである。

全体的に、本表で詳細に定められている用語の多くは欠点用語であり、良い評価となる用語は少ない。品評会によっては、良好な形状として「細よれ」「丸よれ」、色沢として「濃緑」「鮮緑」「つやあり」、香気として「新鮮香」「ミル芽香」「温和」、水色として「濃厚」、滋味として「うま味」「こく」「濃厚」「爽快味」といったいわゆるほめ言葉を上位の出品茶に付することがあるが、あまり一般的ではない。欠点用語が多い理由として、茶の審査用語が、いわば茶を安価に仕入れることに主眼を置く、流通業者の側から定められたものであることによるものと考察される。このように、欠点用語が重視されるというのは生産者にとっては厳しいが、それぞれの欠点には表4のような原因があり、欠点を指摘されることにより摘採

時期のあり方や、製茶における問題点などを考察することが可能となり、より高品質な茶生産には大いに役立つものである。

3.6 審査員間での一致について

上記のように、日本茶の官能検査においては審査基準や欠点を表現する用語がかなり整備されており、これは日本のみならず世界的にみてもかなり希有な食品ではないかと思われる。しかしながら、いかにこのような点が整っていても、パネル間でのばらつきがあっては無意味である。当然、品評会はそれなりの実務経験のある者を審査員とし、茶市場での仕入れにおいても各社の熟練した担当者が判断を行っているが、実際に適切な判断がなされているかを常に検証しているわけではない。外観、水色のように視覚による項目は審査員間での感覚の共有が可能であり、ある程度審査員としての教育も行いやすいが、香気、滋味についてはそれが困難であり、経験により感覚を磨くしか上達の道がない。重松らは、緑茶の審査経験者5名をパネルとして、香気審査用語のキャラクターゼーションを試みた²⁾。その結果によれば、マイナス要因の匂い用語についてはパネリスト間でそのイメージに関してややばらつきが大きく、プラス要因の用語の方がイメージの一致が良好であったとされている。

実際の品評会などでは、最終的な付点を審査員の合議制により決定するものもこのような感覚のばらつきが予想されるためである。

3.7 現在の茶審査における問題点

上記のように、伝統的な茶の審査は欠点の検出による減点法によるものである。近年、特に高級茶や品評会の上位入賞茶の香りが薄いと指摘されることがあるが、この原因として減点法による審査方法も関与しているのではないかと思われる。また、現在日本の茶栽培においては茶品種の一つである‘やぶきた’が大半を占めていることから、茶市場でも品評会の現場でも‘やぶきた’の香りが事実上の標準となっており、特有の香りを有するような品種等は評価されにくい傾向がある。結果的に茶全体の香味に個性が無くなっていることが、最近多くの消費者から指摘されている。そのため、もう少しプラスの評価項目を増やせないかとの意見も品評会等の場でしばしば提起されるが、伝統食品であるが故になかなかコンセンサスを得ることが難しいのが現状である。

4 客観的品質評価の試み

官能検査はパネルの選定や手法の選択などに多大な労

表4 茶の審査用語と生産上の問題点との関係（煎茶と玉露の主な項目）

◎ 原料葉の特性によるもの	
○ 摘採時期が遅い、いわば硬葉を用いたことに起因するもの	外観：・大形・扁平・茎 色沢：・浅色 香気：・硬葉臭・茎臭 水色：(場合により)・青み 滋味：・硬葉味・茎味・苦味・苦渋味・渋み
○ 摘採後の茶葉の保管や取り扱いが不適切だった場合	外観：・赤み 香気：・萎凋臭・葉傷み臭 滋味：・萎凋味・葉傷み味
煎茶であるのに摘採前に過度の被覆を行った場合	色沢：・かぶせ茶風 香気：・かぶせ香 滋味：・かぶせ味
玉露であるのに被覆が不足または肥培管理に問題がある場合	色沢：・かぶせ茶風 香気：・覆い香不足・普通煎茶風・かぶせ茶風 水色：・かぶせ茶風 滋味：・覆い味不足
◎ 製造上の問題によるもの	
○ 蒸し不足の場合（程度により欠点の性質が異なる）	香気：・青臭・萎凋臭・異臭 水色：・赤み 滋味：・青臭味・萎凋味・異味
○ 煎茶で生葉を過度に蒸した場合	形状：・破碎 色沢：・飴色 水色：・にごり・赤み
○ 製造中、比較的高水分含量の時に茶葉の温度が上昇した場合	色沢：・赤み・赤黒み・黒み 香気：むれ臭 水色：・赤み・赤黒み・黒み 滋味：むれ味
○ 製造中、低水分含量の時に茶葉の温度が甚だしく上昇した場合、あるいは故意に火入れした場合	色沢：・赤み 香気：・火香・こげ臭 水色：・赤み 滋味：・火入れ味
○ 煎茶としての成型工程（主に精揉）において荷重のかけ方等に問題がある場合	形状：・伸び不足・縮り不足・扁平・不ぞろい・破碎・雑ばく・小玉 色沢：・白ずれ・つや不足 水色：(場合により)・にごり
◎ 荒茶の保管方法に問題のあるもの	
○ 保存温度が高い場合あるいは空気中で長期保存した場合	色沢：・赤み 香気：・湿り臭・変質臭 水色：・赤み 滋味：・湿り味・変質味
○ 保存中に茶が他の香りを吸着した場合	香気：・移り臭・異臭 滋味：・移り味・異味

力を要し、パネル間でのばらつきも避けられないことから、成分分析による品質の客観的評価は食品化学における一つの大きな目的であるといえる。茶においてもそのために数多くの研究がなされてきた。ここでは比較的最近の文献を紹介するにとどめる。

煎茶の場合、品質（いわゆる上級・下級）や価格に関しては、おおむね全窒素含量および遊離アミノ酸含量と正の相関があり、カテキン類等のいわゆるタンニン、中性デタージェント繊維含量と負の相関があることが報告されている^{3~8)}。特に遊離アミノ酸とカテキン類については、一般的に前者はうま味を、後者は苦渋味を呈する成分であることから、滋味と関連していることは想像できる。実際に、茶の品質評価手法として近赤外分光法による全窒素・アミノ酸と中性デタージェント繊維の分析法が実用化されており、生産・流通の現場にも導入されている。ただし、両者とも茶葉の熟度と相関する成分であり（熟度の若い芽ほどアミノ酸含量が高い）、品質の指標としては有効であるが、必ずしも茶の滋味をすべて説明できるとは限らない。

直接滋味に影響する成分を特定する試みとして、中川らの数多くの研究があり、その結果は、茶の滋味は複数成分のバランスによるものであることを示唆している⁹⁾。近年では、堀江らがシュウ酸とペクチンの滋味への関与について報告している¹⁰⁾。本報告によれば、茶浸出液中のシュウ酸は閾値を超える濃度であり、一方可溶性ペクチンは苦渋味を抑制することを認めている。同一の茶葉、すなわちアミノ酸やタンニンの含量が全く同じ茶葉を用いても、若干の製茶条件の違いで渋みに大きな差が出る事が多い。このような滋味の差を説明するためには、アミノ酸やタンニンのみではなく、堀江らの報告のような新たな成分に着目する必要があることは明らかである。

もう一つ重要な内質成分として、香气成分がある。茶の香气成分研究の歴史は古く、緑茶、紅茶、ウーロン茶を含めると数百の香气成分が同定されている¹¹⁾。煎茶の審査用語と対応させると、萎凋と関連する成分（テルペン類等）¹²⁾、火香と関連する成分（ピラジン類等）^{13,14)}、貯蔵臭と関連する成分（直鎖アルデヒド、アルコール類等）¹⁵⁾などが報告されている。滋味の場合と同様、これらの成分が直接香气に関与しているかどうかは必ずしも明らかではないが、指標としては利用可能と思われる。最近では、新たな香气成分捕集法の開発や分析機器の性能の向上により、少量の試料からでも香气成分の定量分析が可能となり、茶の等級¹⁵⁾や茶芽の熟度と香气成分組成の関係¹⁶⁾、緑茶の香气に関与する香气成分の同定^{17,18)}などが報告されている。茶の品質と香气成分組成との関係がさらに解明されれば品質評価法としてきわめて有効と思われるが、その濃度がきわめて低いため、流通現場での利用はきわめて困難なのが現状である。

摘要

日本茶は伝統飲料であり、その生産・流通形態に他の加工食品と異なる特徴を有することから、比較的古くから官能検査法やそこで用いる審査用語が整備されている。茶の審査は、外観、香气、水色、滋味の4項目についておこなわれ、それぞれに審査用語が定められている。審査用語の多くは欠点項目を示すものであり、審査では欠点項目に基づき減点法で付点される。茶の客観的な品質評価方法としては、近赤外によるアミノ酸含量、タンニン含量の測定などが実用化されている。ただし、茶の滋味・香气と化学成分組成との関係についてはまだ不明な点が多いのが現状である。

引用文献

- 1) 第58回全国お茶まつり愛知大会事務局. 2005. 第58回全国お茶まつり愛知大会実績 報告: 48-56
- 2) 重松洋子・下田満哉・吉武清晴・箆島 豊. 1991. 緑茶香气の官能検査データの多変量解析. 日食工誌. 38 (4): 309-315
- 3) 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との関係について. 茶研報. 76: 45-50
- 4) 後藤哲久・堀江秀樹・向井俊博. 1992. 全国茶品評会入賞茶の化学成分(1). 茶研報. 76: 27-32
- 5) 後藤哲久・堀江秀樹・向井俊博. 1993. 全国茶品評会入賞茶の化学成分(2). 茶研報. 77: 23-28
- 6) 後藤哲久・堀江秀樹・向井俊博. 1993. 全国茶品評会入賞茶の化学成分(3). 茶研報. 78: 29-35
- 7) 後藤 正・小林和郎・松田浩明. 1993. 静岡県茶品評会出品茶における茶種別の測色値、全窒素、及び中性デタージェント繊維と官能審査点との関係. 茶研報. 77: 57-62
- 8) 後藤哲久・吉田優子・天野いね・堀江秀樹. 1996. 市販緑茶の化学成分含有量. Food & Food Ingredients Journal of Japan. 170: 46-52
- 9) 中川致之・阿南豊正・石間紀男. 1981. 緑茶の味と化学成分との関係. 茶試研報. 17: 69-123
- 10) 堀江秀樹・木幡勝則. 1999. 茶の味成分に関する新たな検討. 日本味と匂い学会誌. 6 (3): 665-668
- 11) Yamanishi, T.. 1995. Flavor of tea. Food Rev. Int.. 11 (3): 477-525
- 12) 久保田悦郎・堀田 博・原 利男. 1989. 中国産ウーロン茶と日本産半発酵茶の香气成分の比較. 茶研報. 69: 35-41
- 13) 原 利男. 1989. 緑茶の加熱香气成分とオフ・フレーバー成分に関する研究. 野茶試報告. B3: 9-54
- 14) 久保田紀久枝・糸内智美・小林彰夫・大澤芳夫・中嶋年朗・岡本義明. 1996. 火入れ工程におけるマイクロ波加熱処理の製茶風味成分への関与. 日食工誌. 43: 1197-1204
- 15) Shimoda, M., Shigematsu, H., Shiratsuchi, H. and Osajima, Y.. 1995. Comparison of Volatile Compounds among Different Grades of Green Tea and their Relations to Odor Attributes. J. Agric. Food Chem.. 43: 1621-1625
- 16) 小柳津勲・下田満哉・松本 清・後藤 正. 2002. 茶芽の熟度による緑茶香气成分の変化. 日食工誌. 49: 327-334
- 17) Kumazawa, K. and Masuda, H.. 1999. Identification of Potent Odorants in Japanese Green Tea (Sen-cha). J. Agric. Food Chem.. 47: 5169-5172
- 18) Kumazawa, K. and Masuda, H.. 2002. Identification of Potent Odorants in Different Green Tea Varieties Using Flavor Dilution Technique. J. Agric. Food Chem.. 50: 5660-5663