中国茶の含水率と水分活性

農研機構果樹茶業研究部門*

池田奈実子[†]

静岡県工業技術研究所**

渡瀬 隆也

(平成28年9月16日受理)

Moisture Contents and Water Activities in Chinese Tea

Namiko Ikeda

NARO Institute of Fruit Tree and Tea Science

Takaya Watase

Industrial Research Institute of Shizuoka Prefecture

Summary

Most of tea produced and consumed in Japan is steamed green tea. However, various tea types for domestic demand are needed to increase of tea consumption in Japan. Moisture contents and water activities are important for the maintenance of tea quality during storage. It has been shown that the optimum moisture content of Japanese green tea is 3-5%. On the other hand, the moisture content of black tea is about 7%, but the quality does not deteriorate during storage. It is thought that the optimum moisture contents of other types of tea are higher than that of Japanese green tea. Since there are many types of Chinese tea, useful information might be obtained from investigation of the moisture contents and water activities in Chinese tea. Difference between tea types was significant at the 1% level for moisture content in Chinese tea. The average moisture contents of white tea and dark tea were higher than those of blue tea, green tea and black tea. Difference between countries was significant at the 1% level for moisture contents in black tea. The moisture content of black tea from China was higher than the moisture contents of black tea from Nepal, Japan and India. The variance among moisture contents of blue tea was large. There were significant positive correlations between moisture contents and water activities in blue tea, green tea, black tea and dark tea. For teas with higher moisture contents, such as over 10%, the water activity in dark tea was lower than those in other types of tea. Since water activities in almost all of the Chinese teas were less than 0.65, it was assumed that no microorganisms can grow in Chinese tea.

Key Words : *Camellia sinensis*, Chinese tea, moisture content, water activity

キーワード : 中国茶, 含水率, 水分活性

* 〒428-8501 静岡県島田市金谷猪土居2769

** 〒421-1298 静岡市葵区牧ヶ谷2078

[†] Corresponding author : namiko@affrc.go.jp

1 緒 言

現在、我が国で生産される茶のほとんどは蒸し製緑茶であるが、1960年代までは輸出品として、紅茶などもつくられていた。1958年にJapan Export Trade Promotion Agencyから発行された冊子「Japan Tea」では、煎茶の含水率の基準が5.5%であるのに対して、紅茶の含水率の基準は7.0%と記載されている¹⁾。また、1950年、1951年の月刊誌「茶」には全国製茶品評会の入賞茶について、住所、氏名、審査得点とともに含水率が記載されている。1950年の入賞茶では、煎茶の含水率の平均値は4.3%であるが、紅茶の含水率の平均値は8.0%である²⁾。1951年の入賞茶では、煎茶の含水率の平均値は4.2%であるが、紅茶の含水率の平均値は6.6%である³⁾。当時は冷蔵や窒素充填などの包装技術が実用化されておらず、輸送や保存中の劣化を防ぐ方法として、含水率の制御が重要であったと考えられる。ところが、1971年の紅茶輸入自由化によって日本における紅茶の商業生産は壊滅し、公的機関における紅茶に関する試験研究や普及指導は中止された。半世紀近い空白によって、生産者、研究機関、行政機関とも技術や知識の伝承が不十分である。紅茶の含水率についても、最近出版された本に「紅茶の適正な含水率は3.5～5%」と書かれているが⁴⁾、現状とは異なっている⁵⁾。

近年、日本の茶生産は蒸し製緑茶がほとんどであったが、少しずつ他の茶種の生産が増加している。まず、機能性ドリンクの原料として導入された紅茶用品種‘べにふうき’の使われなくなった原料が、紅茶や半発酵茶に転用されている⁶⁾。また、二番茶、三番茶価格が低迷している状況で⁷⁾、付加価値を付けるために‘やぶきた’など緑茶用品種を利用した紅茶や半発酵茶の生産も少しずつ増加している。さらに、微生物制御発酵茶のような新たな茶の生産も行われるようになった⁸⁾。茶需要の減少⁹⁾を食い止めるためには、様々な需要に対応できるように、国内で生産する茶について、茶種の幅をさらに広げる必要があると考えられる。

著者は現在の日本産及び外国産紅茶の含水率について測定し、日本、インド、スリランカ、ネパール産の紅茶の含水率は産地に関係なく7%前後であること、またオーソドックス製法の紅茶の含水率はCTC製法の紅茶の含水率より高いことを明らかにした⁵⁾。日本の緑茶の貯蔵に最適な含水率は5%前後であることが明らかにされているが¹⁰⁾、貯蔵中の変化をできるだけ少なくすること

が必要な日本の緑茶と異なり、後熟が必要な茶種もある。また、過度の乾燥によって、香りが失われる場合もある。今後日本で生産される茶の種類が多様化した場合、貯蔵に最適な含水率は茶種によって異なると考えられる。

食品の保存には含水率だけでなく、水の存在形態を示す水分活性も重要である。食品中の水は自由水と結合水の2種の状態で存在し、自由水の割合を示す水分活性値は微生物や酵素の働きや、脂質酸化、非酵素的褐変などに影響を与える。一般には0.65以下ではすべての微生物は繁殖できないとされている¹¹⁾。茶でも保存性や後熟に含水率だけでなく、水分活性が影響を与えていると考えられるが、茶の水分活性についての報告はみられない。日本は再び茶の輸出を促進しているが、輸出相手国の中には、茶の貯蔵についての設備や知識が不十分な国もあるため、含水率の制御や水分活性値は輸送や貯蔵中の品質低下を防止する手段として重要である。

人類が初めて茶を利用したのは中国で、紀元前から嗜好飲料の他、薬用、保健飲料、食用として利用し、製造法や摂取法も多様である¹²⁾。また、茶はシルクロードの時代から交易品であり、流通や貯蔵に最適な含水率の制御技術が経験的に蓄積されているため、多様性に富んだ中国茶の含水率を調べることによって、茶の含水率及び水分活性と保存中の変化との関係について知見を得ることができると考えられた。本報では、中国産と台湾産の中国茶について含水率と水分活性の測定を行い、茶種間の差異を明らかにした。また前報⁵⁾で明らかにした南アジア及びアフリカの主要生産国の紅茶と中国紅茶の含水率の差異を明らかにした。

2 材料及び方法

2. 1 含水率の測定

2012年9月から2016年4月に、中国産118点、台湾産56点、合計174点の茶を入手し、試料として用いた。試料の入手方法は、中国及び台湾から招待を受けて訪問した方からの分譲、FOODEXなどのイベントで入手、台湾茶の卸売り業者から購入、中国及び台湾からの来所者から寄贈など、幅広いルートで入手した。大部分は上級茶である。これらの中国茶は陳椽¹²⁾の分類にしたがって分類した(表2)。紅茶の含水率の生産地による比較では、前報(2013)⁵⁾の試料も含めて、インド、スリランカ、ネパール、ケニア、トルコ、ジョージア、日本産の紅茶368点を用いた(表4)。試料は入手直前まで未開封で、保存状態が良好で、賞味できる状態のものを

いた。入手後すぐに測定を行った。試料として用いたのはすべてリーフティーで、ティーバッグは用いなかった。含水率の測定は原（1990）の検討結果を参考にして行った¹³⁾。試料を粉碎せずに、約5gを秤量瓶に入れて、105℃で48時間加熱し、加熱前と加熱後の重量差から湿量基準の含水率を求めた。平均値の多重比較検定は統計ソフトウェアSTATISTICA '98 Editionを用いて行った。

2. 2 水分活性の測定

水分活性の測定には表6の試料を用いた。水分活性の測定装置は、ノバシーナ社水分活性測定装置Lab-MASTER-aw及びLab-Swift-awを用いた。直径38mm、高さ12mmのプラスチック製の専用セルに充填して、測定装置のチャンバーに入れて測定を行った。

3 結 果

3. 1 中国茶の含水率

中国茶174点を緑茶、白茶、青茶、紅茶、黒茶及び花茶の6茶種に分類した。中国茶の含水率について、茶種を要因とする一元配置分散分析を行った。F検定の結果、1%水準で有意であり、茶種間で含水率に差が認められた（表1）。

表1 中国茶の茶種別の含水率に関する一元配置分散分析

要因	自由度	平均平方	F
茶種	5	62.57	13.58**
誤差	168	4.61	

**：F検定の結果、1%水準で有意。

6茶種の中で青茶の含水率は、平均値は最も低かったが、ばらつきは最も大きかった。台湾の凍頂烏龍や阿里山高山茶のような半球状の烏龍茶は、含水率が5.0%以下のものが多かったが、台湾の東方美人や中国の鳳凰単叢の含水率は高く、9.0%以上のものも多かった。紅茶は青茶より平均値が高く、7.0%から10.0%に多く分布した。紅茶の含水率のばらつきは、青茶よりは小さかったが、白茶、黒茶よりは大きかった。白茶、黒茶は青茶、緑茶、紅茶より含水率が高かった。黒茶の含水率は、8.34%から10.17%で、ばらつきは小さかった（表2、図1）。

紅茶368点の含水率について、生産国を要因とする一元配置分散分析を行った。F検定の結果、1%水準で有意であり、生産国間で含水率に差が認められた（表3）。

表2 中国茶の茶種別の含水率（%）

茶種	試料数	平均値	最高値	最小値	中間値	標準偏差
緑茶	17	7.09 ab	9.73	4.64	7.23	1.64
白茶	17	10.30 c	13.97	7.19	10.86	1.56
青茶	77	6.73 a	11.69	2.24	6.40	2.59
紅茶	45	8.38 b	11.62	4.73	8.18	1.92
黒茶	15	10.29 c	11.90	8.34	10.17	1.12
花茶	3	8.75 abc	10.09	7.65	8.50	1.24

Tukeyの多重比較検定の結果、平均値の異なる英文字間には5%水準で有意差あり。

中国産の紅茶の含水率の平均値は8.73%、台湾産の紅茶の含水率の平均値は7.84%であった。中国産の紅茶の含水率は、ネパール産、日本産、インド産の紅茶の含水率より高かった（表4）。

表3 生産国別の紅茶の含水率に関する一元配置分散分析

要因	自由度	平均平方	F
生産国	8	19.30	5.41**
誤差	359	3.57	

F検定の結果、1%水準で有意。

表4 生産国による紅茶の含水率（%）の差異

生産国	試料数	平均値	最高値	最小値	中間値	標準偏差
中国	28	8.73 bcd	11.59	4.73	8.69	1.88
台湾	20	7.84 a c	11.62	4.89	7.72	1.96
インド	97	7.07 a	12.59	1.93	7.09	2.21
スリランカ	28	7.25 ab	10.94	4.48	7.09	1.55
ネパール	23	6.48 a	9.96	4.19	5.56	2.03
ケニア	6	7.28 ab	10.69	5.68	6.91	1.80
トルコ	4	7.08 ab	8.77	5.35	7.10	1.51
ジョージア	3	11.67 d	12.11	11.01	11.88	0.58
日本	159	6.99 a	12.76	3.08	7.06	1.73

Tukeyの多重比較検定の結果、平均値の異なる英文字間には5%水準で有意差あり。

3. 2 中国茶の水分活性

中国茶109点の水分活性について、茶種を要因とする一元配置分散分析を行った。F検定の結果、1%水準で有意であり、茶種間で水分活性に差が認められた（表5）。白茶の水分活性の平均値は0.58で、青茶、紅茶より高かった。青茶は水分活性のばらつきが大きく、白茶は水分活性のばらつきが小さかった（表6）。

表5 中国茶の茶種別の水分活性に関する一元配置分散分析

要因	自由度	平均平方	F検定
茶種	5	0.07	5.27**
誤差	103	0.01	

**：F検定の結果、1%水準で有意。

表6 中国茶の茶種別の水分活性

茶種	試料数	平均値	最高値	最小値	中間値	標準偏差
緑茶	7	0.50 ab	0.59	0.41	0.51	0.07
白茶	14	0.58 b	0.63	0.47	0.60	0.05
青茶	46	0.41 a	0.66	0.12	0.44	0.14
紅茶	25	0.46 a	0.61	0.23	0.43	0.10
黒茶	14	0.49 ab	0.60	0.28	0.51	0.08
花茶	3	0.39 ab	0.57	0.23	0.38	0.17

Tukeyの多重比較検定の結果、平均値の異なる英文字間には5%水準で有意差あり

3. 3 中国茶の含水率と水分活性の関係

茶の含水率と水分活性の間の相関係数は、青茶、紅茶、黒茶は1%水準で、緑茶は5%水準で有意で、正の相関関係が認められた。したがって、これらの茶種では、含水率が多くなるほど、水分活性が高くなる傾向が認められた。白茶と花茶では、含水率と水分活性の間に正の相関関係は認められなかった。白茶と黒茶は、含水率の大部分が8.0%から12.0%の間に分布したが、水分活性は、白茶の大部分が0.55から0.65の間に分布したのに対して、黒茶は0.40から0.60に分布し、白茶より水分活性が低く、分布の幅が大きかった。含水率が8.0%以上の紅茶は、水分活性が0.40前後のものもあったが、0.60前後のものもあった。含水率が高い中国茶には水分活性が高いものが多かった。最も水分活性が高かったのは、青茶の鉄観音の0.66で、含水率は11.58%であった。しかしその他の試料の水分活性は0.65以下であった(図2)。

図1 茶種別の中国茶の含水率の分布

図2 中国茶の茶種別の含水率と水分活性の関係

4 考 察

前報において、日本産緑茶の含水率は約5%、インド、スリランカ、ネパール、日本産紅茶の含水率は約7%であることを報告したが⁵⁾、今回測定した中国茶の含水率は、それらより高かった。また茶種によって差が認められた。

食品中の水のうち、自由水は食品中の成分に束縛されずに存在し、蒸発や氷結にかかわり、移動する。結合水は食品中の炭水化物やタンパク質の官能基との水素結合によって結合して束縛された水で、蒸発や氷結が起こりにくく、物質を溶解したりすることができず、微生物の繁殖や酵素反応には利用されない。水分活性は自由水の割合を表し、ある一定の温度における食品の蒸気圧を純水の蒸気圧で除した値で求められる¹¹⁾。中国茶の含水率と水分活性の関係は、一般的には含水率が高くなるほど水分活性は高くなる傾向が認められた。しかし、両者の関係は茶種によって異なった。

中国産の緑茶の含水率は日本の緑茶より高かった。製造後、保管中の吸湿や流通段階での吸湿も考えられるが、製造法の違いも含水率に影響していると考えられる。日本の煎茶の製造工程では、揉捻以外は加熱するため、それぞれの工程で水分が減少し、乾燥直前の湿量基準の含水率は10~12%である¹⁴⁾。しかし、中国緑茶の場合は、乾燥までは殺青しか加熱する工程がなく、乾燥直前の含水率が高いため、乾燥だけでは含水率が低下しないと考えられる。また中国緑茶は日本の煎茶のような乾燥しやすい細長い針状ではなく、また煎茶より硬化した芽を使うことが多いことも、水分が低下しにくい要因と考えられる。

青茶の含水率はばらつきが大きく、半球状の包種茶は6%以下のものが多かった。青茶は中国、台湾の広い地域で生産が行われ、製法も様々である。半球状の包種茶は揉捻工程で団揉と短時間の釜炒りを30回から40回以上繰り返して成形を行うため、他の製法に比べて水分が減少すると考えられた¹⁵⁾。一方、台湾産の東方美人や中国産の鳳凰単叢の含水率が高いのは、包揉のような少しづつ水分が減少する工程がなく、殺青と乾燥でしか含水率が低下しないからであると考えられた。

白茶の含水率は、平均値が10%を超えるような高いものが多かった。インド・ニルギリのホワイトティーも他の茶種に比べて含水率が高く、同様の傾向であった¹⁶⁾。白茶及びホワイトティーの製造工程は萎凋後、揉捻を行わずに発酵止め、乾燥を行う。したがって新芽の組織が

壊れないため水分が抜けにくく、含水率が高いと考えられた。

中国産の紅茶の含水率は、ネパール、日本、インド産の紅茶より高く、8%以上であった。また台湾産の紅茶の含水率の平均値も7.84%であった。台湾¹⁷⁾や中国¹⁸⁾における紅茶製造では形状をよく締めてよることを重視している。そのためには萎凋で水分を減らしすぎないことが重要である。さらに江蘇省の宜興紅茶のように揉捻工程の終了間際に揉捻盤へ加水を行っているものもある¹⁸⁾。したがって、乾燥直前の含水率が高いため、乾燥後も水分が多く残ると考えられた。

中華人民共和国国家基準及び地方の基準によって、黒茶の含水率の上限は種類によって異なるが9.0~16.0%と定められている¹⁹⁾。本試験の黒茶の含水率は8.0から12.0%で、ほぼ基準以内であった。含水率が10%を超えるような試料では、青茶、白茶、紅茶に比べて黒茶は相対的に水分活性が低かった。同程度の含水率の時に他の茶種と比べて黒茶の水分活性が低い要因については、他の茶種と異なって微生物による発酵工程が含まれることと、貯蔵期間が長いことが関係していると考えられる。

南インドの紅茶用品種‘UPASHI-16’の新芽からアセトンで抽出し、80%硫酸アンモニウムを用いて分画されたポリフェノールオキシダーゼの活性は70℃で30分保った後も残存している²⁰⁾。茶の後熟については科学的にほとんど解明されていないが、残存する酵素を利用した反応であると考えられる。中国茶の適正な含水率は、酵素活性を利用でき、微生物が繁殖しない水分活性となるような範囲であると考えられる。茶の含水率が高過ぎると微生物の繁殖が懸念される。茶種によって違いは見られるものの、一般的に含水率と水分活性値は正比例する。水分活性が0.4以上になると酵素が活性化するが¹¹⁾、そのためには含水率が7~8%以上である必要がある(図2)。日本の茶生産は1970年代以降、煎茶が大部分となり、含水率や水分活性に大きな影響を与える乾燥に関する研究も煎茶が主となった。今後、紅茶を初めとして茶種が多様化すれば、それぞれの茶種に最適な乾燥法や好ましい含水率を明らかにする必要がある。

今回供試した試料の中には含水率が8%以上のものも多く、12%近いものも含まれたが、水分活性は、ほとんどの試料が0.6前後以下、すべての試料が0.7以下で微生物は繁殖できないレベルであった¹¹⁾。したがって中国茶の含水率が12%程度までは微生物が繁殖する心配はないと考えられる。中国茶は製造や流通の歴史が古く、長い経験の中で適正な含水率の制御技術が蓄積されてきたと

考えられた。

しかし、スリランカの研究機関で示した適正な含水率は3%で、6%以上では急速な品質の低下が起こり、8%以上では微生物が増殖するため、7%以上では再加熱を推奨しているが²¹⁾、本試験の結果とは異なった。Stagg (1974) が英国で、ケニアで製造した直後の茶を空輸して行った試験では、35℃の高温、多湿条件下では吸湿して含水率が7%以上になると、脂質の分解やテアフラビンの酸化重合によってテアルビジンが増加し、品質が低下した。しかし、英国では室内の環境では密封しなくても、含水率は7%以上には増加しなかった²²⁾。スリランカの基準²¹⁾は、高温、多湿の室内で吸湿を前提とした基準で、含水率が8%で微生物が増殖するのではなく、乾燥時に8%で、さらに吸湿した場合に微生物が増殖する可能性があると考えられた。

含水率が同程度であっても、水分活性が大きく異なる場合があったが、生葉の硬化度、製造法、後熟、製造後の加湿などの要因が考えられるので、今後検討が必要である。

5 摘 要

国内で生産される茶の種類が多様化した場合の適正な含水率の知見を得るために、中国茶の含水率と水分活性を測定した。また、中国及び台湾産の紅茶と他の産地の紅茶の含水率及び水分活性の比較を行った。中国茶の茶種間で含水率に差が認められた。白茶、黒茶の含水率は青茶、緑茶、紅茶より高かった。中国産の紅茶の含水率の平均値は8.73%で、ネパール、インド、日本産の紅茶の含水率より高かった。青茶は含水率のばらつきが大きかった。緑茶、青茶、紅茶、黒茶においては茶の含水率と水分活性の間に正の相関関係が認められ、含水率が高いほど、水分活性が高い傾向が認められた。黒茶は青茶、白茶、紅茶に比べて同程度の含水率の場合は水分活性が低い傾向が認められた。ほとんどの中国茶の水分活性は0.6前後より低く、含水率が12%程度までは微生物は繁殖できないと考えられた。

6 謝 辞

数多くの多様な中国茶の材料を提供していただいた茶学の会会長、小泊重洋氏ならびに黒茶を提供していただいた日本茶インストラクター、早川博子氏、現地で購入した試料を提供していただいた森川亮一氏に深謝する。

その他に井村製茶、錦園石部商店、(株)小栗農園、井手暢子氏、有限会社tastea、松永明子氏、中山淑子氏、鈴木英之氏、佐藤安志氏、長田幸子博士、徳田志保氏、浦山尚弥氏、渡辺拓哉氏、山本明香氏、横山嗣人氏、吉田建実氏、吉野亜湖氏にも試料を提供いただいた。ここに記して謝意を表する。

7 引用文献

- 1) Japan Export Trade Promotion Agency (1958): Moisture Content. Japan Tea, p3.
- 2) 「茶」編集部 (1950): 第四回全国製茶品評会審査成績表. 茶, 3 (10), 59-65.
- 3) 「茶」編集部 (1951): 第5回全国製茶品評会審査成績表. 茶, 4 (10), 90-99.
- 4) 角川 修 (2013): 乾燥. 森田明雄・増田修一・中村順行・角川 修・鈴木壯幸編, 茶の機能と科学. 朝倉書店, pp81.
- 5) 池田奈実子 (2014): 日本産及び外国産の紅茶の含水率. 野菜茶業研究所報告, No. 13, 43-47.
- 6) 日本食糧新聞 (2013): 胃心伝真=べにふうき. 日本食糧新聞, 10805, 1.
- 7) 公益社団法人日本茶業中央会 (2015): 緑茶の茶期別, 茶種別価格の推移. 平成27年度茶関係資料, 公益社団法人日本茶業中央会, pp39.
- 8) 河村伝兵衛 (2011): 微生物発酵茶の誕生. 茶, 64 (6), 14-17.
- 9) 公益社団法人日本茶業中央会 (2015): 各種飲料の消費量の推移. 平成27年度茶関係資料, 公益社団法人日本茶業中央会, pp54.
- 10) 古谷弘三・原 利男・久保田悦郎 (1961): 煎茶の貯蔵条件が品質に及ぼす影響について. 茶研報, No. 18, 42-46.
- 11) 中谷延二 (2011): 食品中の加工, 貯蔵, 調理における水. 食品学, 久保田紀久枝・森光康次郎編, 東京化学同人, pp23-24.
- 12) 陳 橡 (1979): 茶葉分類の理論と実際. 安徽省茶業学会, 茶業通報, 1・2 合刊, 1-10.
- 13) 原 利男 (1990): 茶の水分の測定法. 茶研報, No. 87, 85-92.
- 14) 柴田雄七 (2006): 乾燥工程と荒茶. 機械製茶の理論と実際. 農文協, pp110-111.
- 15) 徐 英祥 (2009): 採捻. 台湾の茶, 151-154, 日報印刷, 大阪.
- 16) 池田奈実子 (2013): インド・スリランカ・ネパールのティーオークションサンプルの含水率. 日作紀, 82 (別2), 228-229.
- 17) 坂本孝義 (2014): “本場の発酵茶” 見聞録 (1) ~台湾における紅茶生産~. 茶, 68 (1), 42-46.
- 18) 坂本孝義 (2014): “本場の発酵茶” 見聞録 (3) ~中国江蘇省における紅茶生産~. 茶, 68 (3), 26-29.
- 19) 呂 毅・郭 雯飛・駱 少君・坂田完三 (2004): 科学的審査法. 中国黒茶のすべて, 裳華房, pp108-110.
- 20) Samynathan, R. S., Palanisamy, C. P., Gandhi, S., Mandal, A. A., Padmanabham, M., Perisamy, S., and Kannisappan, V. (2015): Isolation and characterization of polyphenol oxidase from UPASI selected clone of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze. Indo American Journal of Pharmaceutical Research, 5, 241-252.
- 21) Samaraweera, D.S.A. (2008): Dryer room operations. Handbook on Tea, Zoysa, A. K. N. Tea Research Institute of Sri Lanka, pp289-315.
- 22) Stagg, G. F. (1974): Chemical Changes Occurring during the Storage of Black Tea. J. Sci. Food Agric., 25, 1015-1034.