

国内における抹茶（碾茶）生産の推移と科学的特性

中村 順行

はじめに

世界の茶生産量は、2019（平成31）年には615万tと10年前に比較して1.5倍弱に増加し、毎年20万t程度ずつ増えている。そのなかで、緑茶の伸びは著しく10年前の2倍（178万t）となり、毎年ほぼ日本の茶生産量に匹敵する8万t程度ずつ増えている⁽¹⁾。

このようななか、日本茶の国内需要は低調ではあるが、世界的な健康食ブームのなかで和食人気や緑茶の機能性の認知度は高まり、海外への輸出が増加し、2019（平成31）年には5,108tと10年前に比較して8倍となっている⁽¹⁾。なかでも、抹茶はスーパーフードとして世界中の関心事であり日本茶の輸出を牽引している。

抹茶は公益社団法人日本茶業中央会により2018（平成30）年に「碾茶（覆下栽培した茶葉を碾茶炉等で揉まずに乾燥したもの）を茶臼等で微粉末状に製造したもの」と定義されている。また、抹茶（碾茶）の名称及び定義を検討するにあたり緑茶表示適正化推進委員会が用語の内容については次のように整理し意識統一している。

「・抹茶の定義は、碾茶を“茶臼等”で微粉末状に製造したもの。

・“碾茶”とは、摘採期前に棚施設等を利用して茶園をよしず、コモ、寒冷紗などの被覆資材で2～3週間程度覆った“覆下茶園”から摘採した茶葉を蒸熱し、揉まないで碾茶炉等で乾燥させて製造したもの。

なお、“覆下茶園”“碾茶炉等”“茶臼等”の用語については、次のものを含むとしている。

①覆下茶園には、新資材・簡易な被覆方法などの栽培管理を行った茶園も含む。

②碾茶炉等には、次に示す機能を備えた非煉瓦製碾茶機などを含む。

“碾茶炉”とは、広がった状態の茶葉（蒸葉）が、コンベア上に散布され、コンベアがトンネル状の乾燥室を通過する間に、内部の輻射・伝熱と熱風で茶葉が加熱乾燥される装置。乾燥室内には、通常3～5段のコンベアが備えられている。

一方、モガ茶や碾茶炉等で揉まないで乾燥された秋碾茶等の原料茶葉は、食品加工用碾茶と称してもっぱら食品加工用原料に供されるものと理解する。

③“茶臼”とは、碾茶を微粉末化して抹茶にするために用いる石臼をいう。

なお、“茶臼等”には、材料粉碎方法は問わないが石臼に準じた機能を備えているもの⁽¹⁾を含むとしている。

現在、国内において生産される抹茶の原料となる碾茶は、一番茶期のみならず、二番茶期、秋冬番茶期などにも作られ品質格差も大きい^(2,3)。また、抹茶と表示された商品にも稀には粉茶（荒茶の仕上げ加工でふるい分けされた粉末状のお茶）や粉末茶（茶を粉末にしたもの）などが混在している場合もみられるが、その実態は明らかでない。

さらに、最近の世界的な抹茶ブームにより、中国、韓国、ベトナムなど外国産の抹茶も数多く出回るとともに食品加工用を始めミント抹茶や紅茶抹茶など、各種各様に抹茶の名称がつけられて販売され、現状での抹茶の普及状況についてはあまりにももの不透明さに消費者の混乱を招くものも多く、国際的にも抹茶の定義づけが求められている。

そこで、本報文ではまず抹茶の原料となる碾茶の生産技術の推移を辿り、次に国内外で

販売されている抹茶及び碾茶の生産時期が明確な抹茶の粒度や色などの物理的特性や化学成分などを解析し、現在普及している抹茶の科学的特性の実態を明らかにすることを目的とした。

1 碾茶生産技術の推移

1-1 碾茶生産量の推移

現在、抹茶の生産量は統計資料がなく、正確な情報を得ることができない。一般的に抹茶の原料となる碾茶は、一番茶期、二番茶期及び秋冬番茶期に茶園をよしず、コモ、寒冷紗などの被覆資材で遮光栽培することにより生産されている⁽⁴⁾。現在、国内における碾茶生産量は3,464t(2019)で、10年前の1,161tに比較し約3倍に増加している⁽¹⁾。ちなみに、1883～84(明治16～17)年には48t、1921～25(大正10～14)年頃には60t、その後徐々に増加し1955(昭和30)年以降には300～400t程度だった生産量が昭和の後半から平成時代に激増している。その要因として、桑原⁽²⁾は「在来茶園から品種茶園に変わってきたこと。施肥量が増えてきたこと。手摘みから機械摘採に変わってきたこと。などの生産面での変化とともに抹茶の使用用途が茶道用だけでなく菓子用や飲食品用素材など多用途利用に対し二番茶期や秋冬番茶期の碾茶が急増したことによる」ものと考察している。

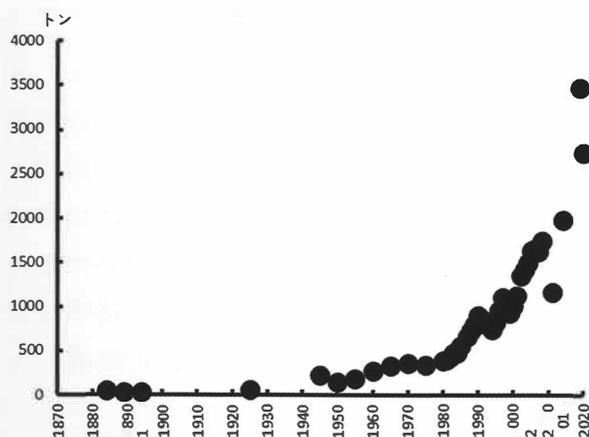


図1 国内における碾茶生産量の推移

平成時代以降には、世界的な抹茶ブームにより海外においても抹茶生産は増加し、中国でもひとつの茶公司以500tもの抹茶生産が目標とされる⁽⁵⁾など、世界中の流通量が激増していることは間違いない。特に、日本独自の茶道用の抹茶よりも、スムージーやラテ、さらには菓子・食材としての利用も増え、飲食品加工用の抹茶が多くなっている。

1-2 覆下栽培の推移

現在の碾茶を生産する上で、覆下技術は必須である。新芽が一定期間遮光されることで、海苔様の香りであるジメチルスルフィドの増加、テアニン・アルギニンなどのアミノ酸含有量の増加、カテキン類のエピガロカテキンガレート(EGCG)/エピガロカテキン(EGC)比率の増加やクロロフィル含量の増加など外観形質のみならず香味にも大きな変化が見られるようになる^(6~12)。

覆下栽培については、ポルトガル人宣教師のジョアン・ロドリゲス(1561～1636)が1604(慶長9)年に著した『日本教会史』の「使用に供せられる新芽は、非常に柔らかく、繊細で、極度に滑らかで、霜にあえばしぼみやすく、害をこうむるので、主要な栽培地である宇治Vgiの広邑では、この茶chāの作られる茶園なり畑なりで、その上に棚をつくり、葦か藁かの蓆で全部をかこい二月から新芽の出はじめる頃まで、すなわち三月の末まで霜にあつて害を受けることのないようにする。」さらに、林屋による「この栽培法に関する記述は、本書をもって初見とする。」ことが引用⁽¹³⁾され、16世紀後半にはすでに覆下栽培が行われ、宇治茶の品質向上に貢献し、宇治茶の名声を高める一因になったと考えられてきた⁽¹⁴⁾。

しかしながら、2019(平成31)年に井上ら⁽¹⁵⁾は京都府宇治市の茶園土壌を用いた覆下栽培の発祥時期を検討するため、室町時代から続く茶園のうち、現存する最古の茶園(奥の山

茶園)において土壌攪乱のない場所を選定し、土壌断面調査と深さ別に土壌を採取し炭素含量、植物珪酸体組成の解析と¹⁴Cによる年代測定を行っている。その結果、覆下栽培に起因すると考えられるイネ属(稲藁)の珪酸体が多く見られるようになる最上部の中央値が1369(応安2)年及び最下部の中央値が1418(応永25)年であり、総合的に考えると1400(応永7)年代にはすでに覆下栽培が行われていたことを推定し、これまでの覆下栽培の始まりが一挙に150年ほど遡り15世紀になるとしている。

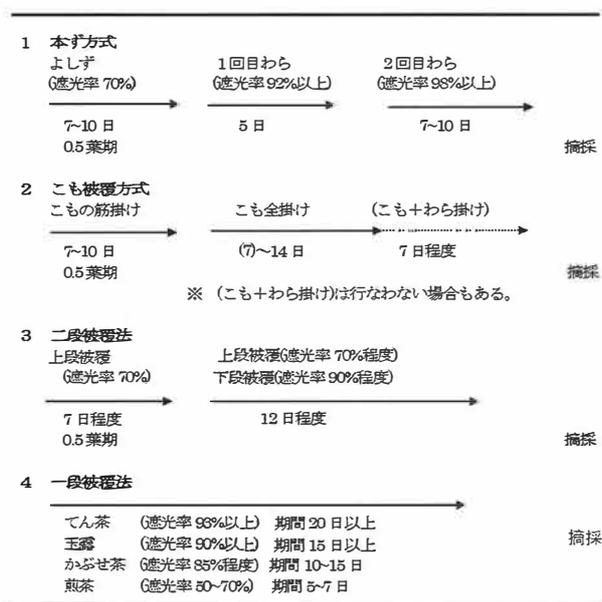


図2 代表的な被覆方式の概要

以上のように、非常に古い時代に開発された覆下技術ではあるが、近年では藁や葦簀などの材料が入手困難となっていることや、化学繊維資材の開発により省力化が可能になったことなどにより覆下栽培技術も変化している⁽¹⁶⁾。

これまで、覆下(被覆)栽培技術と品質との関係について、図2のように、遮光期間は3週間程度、遮光率は90%以上、遮光資材の種類などについて概ね明らかにされている。また、被覆法も本ず方式、こも被覆方式、二段被覆法、一段被覆法などに対し新芽の生育状況に応じて遮光率や遮光資材の被覆期間

が提示されている⁽⁴⁾。しかしながら、近年増加している化学繊維資材などについては本ず被覆茶に比較しジメチルスルフィドの前駆物質であるメチルメチオニンスルフォニュームクロライト含有量が低く、カテキン含有量が高くなりやすいことなどが明らかにされ、紫外線除去効果などの違いにより、未だ本ず被覆栽培下で生産される碾茶の品質の再現は難しいとされている⁽⁹⁾。

1-3 施肥管理の推移

抹茶はテアニンを主体としたアミノ酸類を多く含み、渋みのカテキン類がやや少なく、特有の旨味・甘味を感じるお茶であり、施肥管理も重要とされている⁽¹⁷⁾。

テアニンは酒戸⁽¹⁸⁾により発見され、根でグルタミン酸とエチルアミンにより合成され新芽に転流するが、被覆栽培によりカテキン類への代謝が抑制されることで蓄積する⁽¹⁰⁾。テアニンは茶の種類にかかわらず、全遊離アミノ酸の約半量を占め、根から吸収したアンモニア態窒素を植物体にとって安全な形態にして、貯蔵するために合成されると考えられている⁽¹⁹⁾。抹茶の品質を高めるためにはテアニンを主としたアミノ酸含量を高めることが重要で施肥量も多くなる傾向がある。また、収量性も一定水準までは施肥量を増やすことにより増加する^(17,20)。

碾茶の品質は、15世紀頃に開発された被覆技術により格段と向上してきた。一方、施肥による品質の向上に関しては長い間稲藁、葦、山野草などを投入することだけに留まっていた。江戸時代に入ると、自給肥料(草木堆肥など)に変えて肥料成分が豊富な流通肥料(水田裏作技術の発展により生産された菜種油粕、松前藩の奨励事業により加工された干鰯など)の施用により、収量の確保とともに、品質の向上が図られてきた。また、宇治茶の隆盛には、江戸時代初期の高瀬川開削も寄与している。高瀬川は都とその郊外との物

流を促進し、都で発生する人糞尿が有価物として取引され、宇治川を経て宇治の茶園にもたらされている。この“黄金ルート”で輸送された人糞尿は、チャが吸収しやすいアンモニア態窒素を豊富に含むとともに、速効性が高いことから、茶の品質向上に大きく貢献したと言われている⁽¹⁴⁾。

しかしながら、人糞尿などの投入には限界があり、より多くの施肥を行うためには化成肥料の利用が待たれた。硫安が初めて輸入されたのは1897（明治30）年と言われ、1902（明治35）年に石灰窒素が入ってきたが、高価なためなかなか茶園には使用できず、当時（1902、明治35年）は糠メ粕、人糞尿、大豆粕などを中心に10a当たり7～25kg程度の窒素が施用されていたと推定されている^(2,20)。その後、昭和初期には30kg程度となり、第二次世界大戦後の好況を背景に化成肥料を中心に増肥が進み、標準施肥量も54kg、生育良好園では80kg程度に増加するとともに、現場の実態調査では120kgを越すような生産者も現れ、後の環境汚染問題に繋がり、現在では施肥の合理化が図られている⁽¹⁷⁾。

1-4 品種普及の推移

抹茶の品質には、品種の相違も大きく関与する。碾茶に適した品種の特性としては、“葉が薄いこと”“葉脈が柔らかいこと”“被覆特性に優れていること”“長期間被覆しても、収量が確保できること”“肥効がよいこと”“自然仕立てで芽揃いが良いこと”“挽いたときの色は緑が鮮やかで濃いこと”“味は、旨味が強く、のど越しが良いこと”“点てたときの泡立ちが良いこと”等々が考えられる。

しかしながら、良い碾茶は古木でしかできない。古木であるほど良い茶ができるとされ、宇治、木幡では250年、300年たつ古茶園が守られてきたため、新品種の普及への歩みは遅くならざるを得なかった⁽²⁾。

碾茶生産に品種が波及するのは昭和以降であ

る。ちなみに、在来種と品種の品質の違いを示す一例が、全国茶品評会にも見られ、碾茶への出品は、図3にみられる通り、品評会の始まった当初ではすべてが在来種からの出品だったが、品種化が進むにつれ出品数も増加し昭和の後半にはほぼ品種に置き換わる。また、他の茶種と異なり、碾茶の場合には‘やぶきた’以外の玉露・碾茶用品種が主流で、碾茶の高品質化に品種は大きく貢献し、現在全国茶品評会で上位に入賞するのは‘あさひ、うじひかり、さみどり、成里乃’などが主となっている。

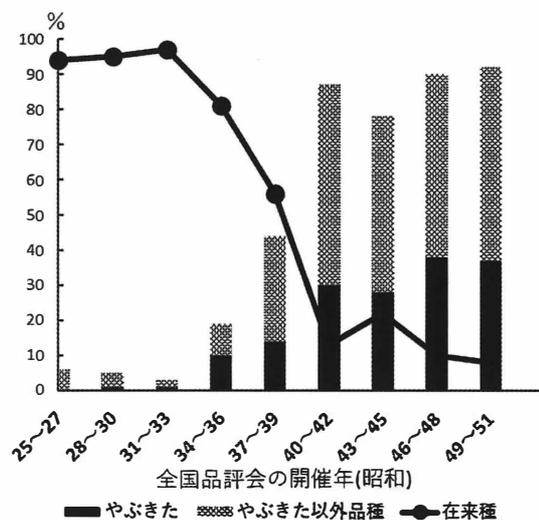


図3 全国茶品評会碾茶の部出品茶数の推移

かつての在来種茶園での製茶品質は、新芽の色や大きさが揃いになりやすく、外観、色相が不均一で内質が劣る⁽²²⁾。

現在では被覆適性の高い品種群として、玉露・碾茶用15品種が育成されている。これらの大部分は京都在来実生園あるいは宇治在来実生園からの選抜である。これらの品種群の化学成分の特徴として、池田ら^(23,24)は他の茶種の品種群に比較して全窒素、アミノ酸含量が多く、タンニン含量が少ないことを上げている。さらに、アミノ酸に焦点を当てて解析した結果、玉露・碾茶用品種はテアニンやアルギニン含量が高いことを明らかにしている⁽²²⁾。

また、被覆適性の低い品種では収量性が大

大きく低下したり、葉色が変化しにくいものもあり、碾茶を生産するうえではそれらの点も考慮する必要がある。

一方では食品加工用抹茶を生産する場合には収量性も非常に重要な要素となるため、現在では碾茶を生産するために導入される品種も使用される目的に応じて幅広くなっている。

2 抹茶の科学的特性

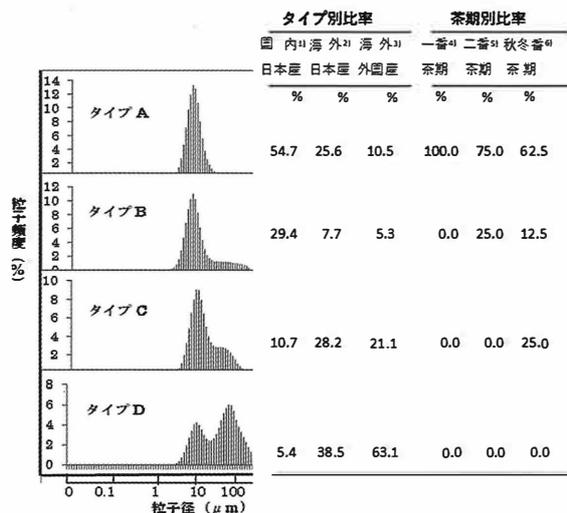
抹茶は碾茶を原料とし、茶臼等で微粉末状に製造して作成する。そのため、碾茶の科学的特性は色濃く抹茶に反映されるが、抹茶の粒度は石臼などによる粉碎の影響も大きい⁽²⁵⁾。また、抹茶の色や香りなども臼で挽かれることにより少なからず影響を受ける⁽²⁾。

抹茶を飲用し始めた初期には、露天栽培の新芽を乾燥し、挽いて抹茶に供していたと考えられる⁽²⁶⁾。碾茶は、15世紀には覆下栽培が行われるようになり、それまでの露天栽培と比較して、濃い緑色で、茶葉が薄く、アミノ酸含量が高くなり、良質なものが生産されるようになった⁽²⁷⁾。さらに、江戸時代には、宇治は京の都に近い利点を活かし人糞尿などによる施肥量を高めることにより品質の向上が図られてきた⁽¹⁴⁾。

しかしながら、在来実生園から生産される碾茶は株ごとに新芽生育が異なり、収量性も低く、均一性に欠けるため仕上げ歩留まりは低かった。また、品種化以前の碾茶の仕上げ工程段階で、同じ碾茶荒茶から濃茶用原料と薄茶用原料がより分けられていたが、品種化が進むに従い、新芽生育を均一化できるため生産段階で濃茶用と薄茶用に分けられている⁽²⁾。ちなみに、濃茶用はテアニン含有量が多く、薄茶用はそれよりも少なく、加工用抹茶はさらに少ない傾向にある⁽²⁸⁾。

2-1 粒度特性

抹茶は、碾茶を粉碎することにより作られ



注) 1) 国内で販売されている京都、静岡、鹿児島などの日本産抹茶75点を示す。
 2) 海外で販売されている京都、静岡、鹿児島などの日本産抹茶42点を示す。
 3) 海外で販売されている中国、韓国、台湾などの外国産抹茶19点を示す。
 4) 静岡県内の一番茶期に生産された抹茶8点を示す。
 5) 静岡県内の二番茶期に生産された抹茶8点を示す。
 6) 静岡県内の秋冬番茶期に生産された抹茶8点を示す。
 以下の図表とも同様。

図4 国内及び茶期別抹茶の粒度タイプ別比率

るが、粉碎法には石臼をはじめ、ボールミル式、気流式、相対流式、積層式など各種の方法が使用されている⁽²⁹⁾。粉碎方法により、石臼や積層式は剪断破碎、ボールミル式は圧縮破碎、気流、相対流式は衝撃破碎が起こるため、粒子の形状も異なる⁽³⁰⁾。また、粒子径も一般的な使用法では、積層式は二山型になりやすく、ボールミル式は大型になりやすいが、いずれの粉碎方法でも長時間の粉碎処理により粒度は小さくなる⁽²⁹⁾。

そこで、国内外で販売されている抹茶及び静岡県内で生産された茶期別抹茶の粒度分布特性をHORIBA製のLaser Scattering Particle Size Distribution Analyzer LA-950を用い、湿式法により0.011～3,000 μm間の粒度の大きさを計測した。その結果、国内で購入した抹茶の55%程度はタイプAの山型であり、残りの30%程度はタイプBの裾広がり型であった。タイプDの二山型もみられたが、このタイプの抹茶は価格も安いものが多かった。一方、海外で購入した抹茶では、国内で販売されている抹茶特性とも異なり、日本産抹茶でさえタイプAで25%、タイプDで38%だった。また、外国産抹茶ではタイプAは10%、

表1 国内外から購入した抹茶のタイプ別価格と粒径の大きさ

| タイプ | 国内販売 | | 海外販売 | | | |
|-----|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|
| | 日本産 | | 日本産 | | 外国産 | |
| | 100g当たり価格(円) | 平均径(μm) | 100g当たり価格(円) | 平均径(μm) | 100g当たり価格(円) | 平均径(μm) |
| A | 6,902 | 15.5 | 5,801 | 16.5 | 1,569 | 16.7 |
| B | 4,010 | 23.8 | 2,515 | 23.7 | 3,780 | 19.2 |
| C | 2,698 | 26.2 | 4,178 | 30.1 | 1,241 | 30.8 |
| D | 1,572 | 52.6 | 3,461 | 47.9 | 1,599 | 38.8 |

※ タイプは図4の分類と同様

タイプDでは63%と二山型が多かった。碾茶の作られた茶期が明確な静岡県産抹茶の一番茶期ではタイプAが100%、二番茶期では75%、秋冬番茶期では62.5%と茶期が進むに従い低下した。

抹茶のタイプ別の平均径は国内外で販売される抹茶間に大きな違いがなく、タイプAは15~17 μm、タイプBは19~24 μm、タイプCは26~31 μmおよびタイプDは39~53 μmであり、タイプAは標準偏差が小さく均一性が見られるが、二山型のタイプDでは均一性に欠けていた。また、これらの粒度分布は国内販売日本産ではタイプAが6,902円、タイプDが1,572円と大きな違いが見られた。一方、海外販売品においてはその差は小さく、外国産ではタイプBの価格が高くタイプによる違いが明確でなかった。

2-2 販売抹茶の測色値特性

測色値は、KONICA MINORUTA製の分光測色計CM-5 Spectrophotometerを用いてL*、a*、b*表色系、L*、c*、h表色系値を計測した。

その結果、国内で販売されている抹茶の金額と表色系の測色値は、b*値には明確な違いがみられないが、金額が高くなるほど色相角度(h)が高くなる傾向がみられた。また、a*値についてはマイナス値が大きくなり、緑色が強くなる傾向がみられた。h値は4,000円/100g以上の価格帯のものでは、大部分が100以上の数値を示し、低価格帯(1,000円/100g以下のもの)では96以下のものが多かった(表2)。

表2 国内外から購入した抹茶の価格帯別測色値

| 100g当たり単価(円) | 平均単価 | 測色値 | | | | |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| | | L* | a* | b* | C* | h |
| ~1,000 | 654 | 60.31 | -3.63 | 34.08 | 34.30 | 96.03 |
| 1,001~2,000 | 1,575 | 56.25 | -3.89 | 34.75 | 35.02 | 96.28 |
| 2,001~3,000 | 2,247 | 57.94 | -5.73 | 35.88 | 36.39 | 99.00 |
| 3,001~4,000 | 3,492 | 59.13 | -6.87 | 34.64 | 35.38 | 101.09 |
| 4,001~5,000 | 4,404 | 57.24 | -6.35 | 34.11 | 34.78 | 100.65 |
| 5,001~10,000 | 7,582 | 55.16 | -9.13 | 35.01 | 36.21 | 104.61 |
| 10,001~ | 12,225 | 57.64 | -7.95 | 34.64 | 35.60 | 102.83 |

これまでにL*、c*、h表色系により色相角度が調査され、抹茶に比較して粉茶や粉末緑茶では明らかにh値が低くなるとされている⁽²⁹⁾。今回の調査でも価格が安価なほどh値が低かった。また、a*値(数値が小さいほど緑色、高いほど赤色)は価格が高くなるほど低くマイナス10以下を示したが、低価格帯ではマイナス5以上のものも多くみられた。

また、海外で購入した抹茶についても国内で購入した抹茶と同様にb*値には明確な違いがみられないが、金額が高くなるほどL*値、h値が高くなる傾向がみられa*値についてはマイナス値が大きくなり、緑色が強くなる傾向がみられた。葉色はクロロフィル含量にも大きく影響し、緑色が強くなるほどクロロフィル含量も高まっていた。

なお、h値とa*値は高い逆相関性(マイナス0.9898**)があり、クロロフィルa含

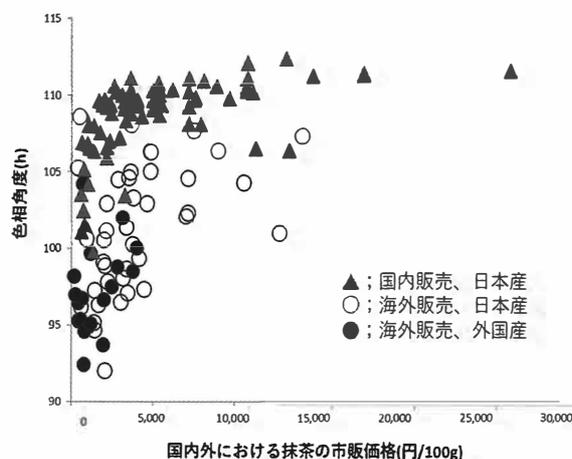


図5 国内外から購入した抹茶の価格と色相(h)角度

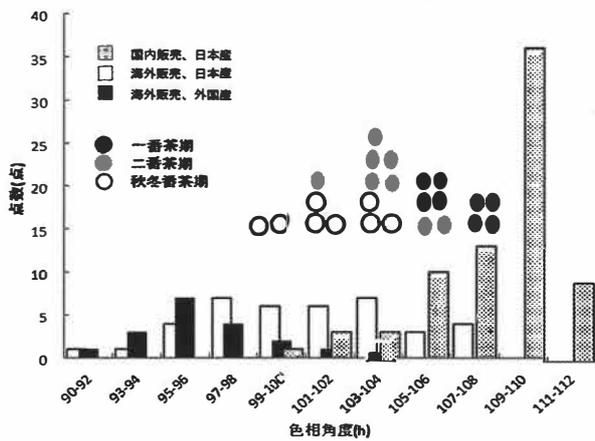


図6 国内外から購入した抹茶及び茶期別抹茶の色相(h)角度

表3 茶期別抹茶の測色値

| | 測色値 | | | | |
|-------|-------|--------|-------|-------|--------|
| | L* | a* | b* | c* | h |
| 一番茶期 | 53.73 | -11.47 | 38.01 | 39.71 | 106.76 |
| 二番茶期 | 54.84 | -9.48 | 36.80 | 36.77 | 104.45 |
| 秋冬番茶期 | 55.60 | -8.09 | 37.48 | 38.35 | 102.16 |

量の測定時に使用する吸光度 A664 も h 値と 0.8983 **、a* 値とマイナス 0.9090 ** の高い相関性をもち、緑色の程度が価格に大きく影響していることは明らかだった。h 値は、海外で購入したものは国内で購入したものよりも低い傾向だった。また、a* 値についても同様であり、特に海外で購入した 2,000 円 /100g 以下のものでは赤みの強いものが多かった。さらに、海外で購入した抹茶のなかでも外国産の抹茶は日本産の抹茶に比較して、いずれも h 値は低く、a* 値は高いものが多かった。国内外で販売される日本産抹茶は、ある一定以上の価格帯では、いずれの数値も頭打ち化してくるが、販売価格が高い理由はその抹茶のもつブランド力に因るところも多い。静岡県産の茶期別抹茶においては、価格帯別の測色値の平均値と比較した場合、いずれの茶期においても平均値は高価格帯のものに匹敵するものであった。色相角度(h)は一番茶期のものは 105 ~ 108 程度であり、海外で販売されている抹茶に比較し上位であるが、国内販売の中では中位程度のものが大部分であった。

また、a* 値では外国産のものでは“マイナ

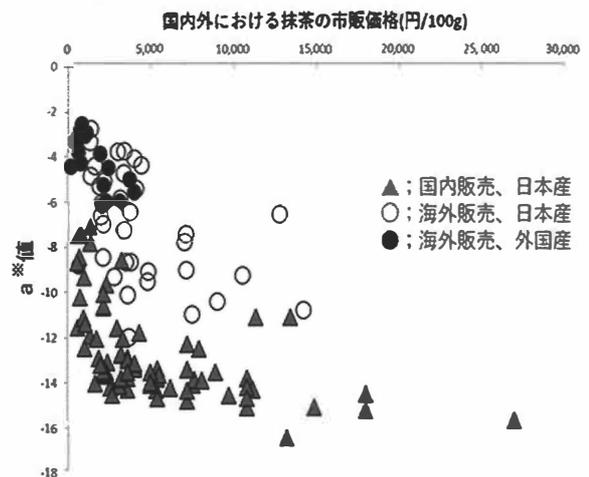


図7 国内外から購入した抹茶の価格と a* 値

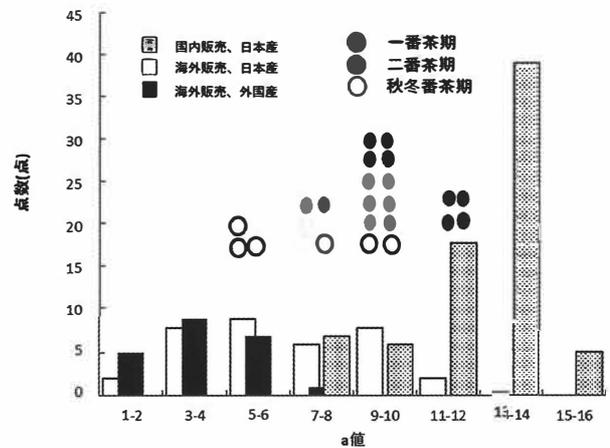


図8 国内外から購入した抹茶及び茶期別抹茶の a* 値

ス 8” 以上のものが多いが、静岡県産抹茶の二番茶期あるいは秋冬番茶期のものでも“マイナス 8” 以下を示すものも多くみられた。

これらのことから、国内で販売されている抹茶は緑色が濃く、色相角度も高いものが多いが、輸出されている抹茶は多様なものが見られた。外国産抹茶に関しては、概して赤色味を帯び、色相角度も 100 以下のものも多くみられ、日本産の秋冬番茶期程度か、それ以下のものが多い傾向がみられた。

2-3 化学的特性

抹茶は覆下で栽培されるため煎茶に比較して化学成分含量が異なる。特に、遮光の程度や期間などによっても成分量は異なり、概して抹茶は煎茶に比較しアミノ酸含量が高く、

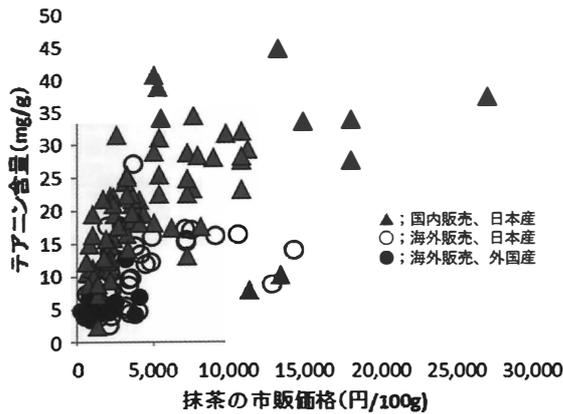


図9 国内外から購入した抹茶の価格とテアニン含量

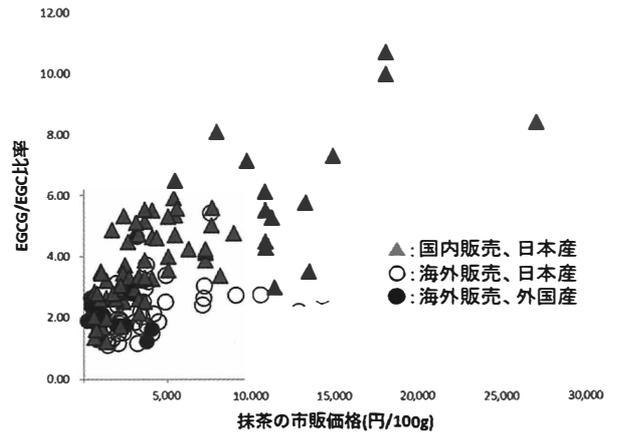


図11 国内外から購入した抹茶の価格とEGCG/EGC比率

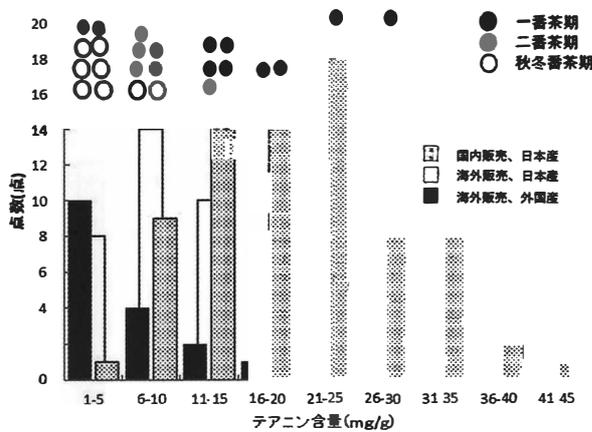


図10 国内外から購入した抹茶と茶期別抹茶のテアニン含量

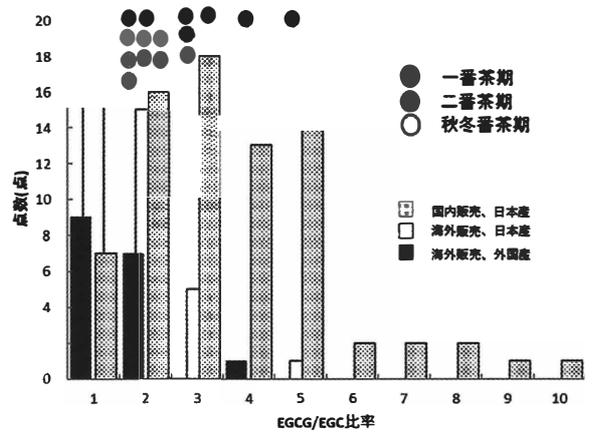


図12 国内外から購入した抹茶と茶期別抹茶のEGCG/EGC比率

カテキン含量は低くなる。Horie et al. (7) は販売されている抹茶の原料である碾茶の価格とアミノ酸含量やカテキン含量を分析し、価格が高くなるほどアミノ酸含量、特にテアニン含量は高まること。エピガロカテキン(EGC)は低下するが、エピガロカテキンガレート(EGCG)は大きな変化がないため、その比率(EGCG/EGC比率)は高くなることなどを明らかにしている。

そこで、国内外から購入した抹茶136点の化学的特性を調査した結果、ある一定レベルまでは販売価格が高くなるほどテアニン含量は高まり、概して国内販売日本産が高く、海外販売外国産で低い傾向にあった。国内販売日本産では大部分が1%以上であり、海外販売外国産では0.5%以下が多かった。静岡県産の一番茶期のものはテアニン含量が1~3%と幅広く、国内で販売される日本産のな

かでも中位から上位を占めていたが、二番茶期及び秋冬番茶期のものでは日本産海外販売や海外産と同等であり、価格的にも安く評価されるものであった。

これらの国内外から購入した抹茶の科学成分分析値を用いて判別分析を行った結果、表4に示す通り、国内販売日本産の抹茶では他と97%の的中率で判別が可能であるが、海外販売外国産においては79%程度だった。これは海外においても日本の品種を用い、日本の技術で生産されている抹茶が含まれているため、判別率を低下させているものと考えられる。なお、判別に寄与している成分はアミノ酸類の大部分とEGCG、カフェインなどであった。

野村ら(28)は国内で販売されている抹茶を分析した結果、濃茶用及び薄茶用ではすべてがテアニン含量1%以上であり、2%以上で

ある割合は濃茶用で100%、薄茶用で62%であり、食品加工用抹茶ではテアニン含量1%以上が60%、0.5%以上が93%だったとしている。抹茶にとりテアニンは非常に重要な成分でもあり、Unnoら⁽³¹⁾はテアニンの抗ストレス効果について、カフェインやエピガロカテキンガレートは拮抗的に作用することからストレス軽減における緑茶成分の組成比の重要性を明らかにし、テアニン(T)とアルギニン(A)の和に対するカフェイン(C)とEGCG(E)のモル比“CE/TA”比が2以下の抹茶では抗ストレス効果が得られることを推察している。

表4 化学成分を主体とした判別分析結果

| | 国内日本産 | 海外日本産 | 海外外国産 | 判別的中率 |
|-----|-------|-------|-------|--------|
| 観測値 | 73 | 2 | 0 | 97.33% |
| | 0 | 37 | 5 | 88.10% |
| | 0 | 4 | 15 | 78.95% |
| | 全体 | | | 91.91% |

中国の国家標準『抹茶』(GB/T 34778-2017)⁽³²⁾ではテアニン含量を一級が1%以上、二級を0.5%としていることから、国内で販売されている抹茶の大部分は中国標準の二級以上に該当するが、海外販売外国産抹茶や秋冬番茶期の抹茶ではテアニン含量1%以下が多かった。また、海外販売日本産のものでも約半数が1%以下のため、国際標準化機構(ISO)における抹茶の規格の国際標準におけるテアニン含量の指標がどの程度になるのかが大いに

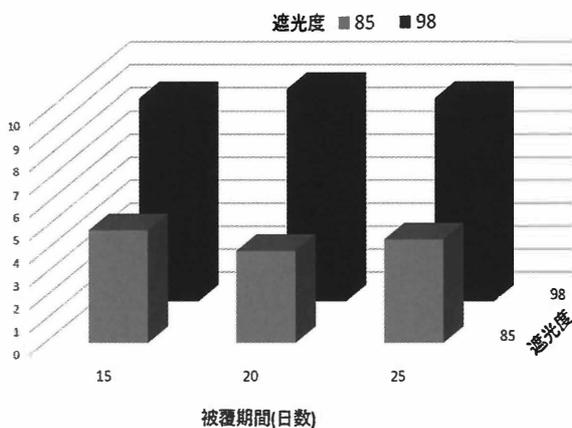


図13 被覆期間と遮光度別テアニン含量の相違

注目される場所である。

EGCG/EGC比は被覆特性を示すが、概して国内販売日本産で高く、海外販売外国産で低い傾向にあった。また、販売価格が高いほどEGCG/EGC比は高かった。茶期別の抹茶ではEGCG/EGC比率はすべてが“5”以下であり、特に二番茶期および秋冬番茶期のものでは“2”以下と非常に低レベルであった。

Horie et al.⁽⁷⁾の報告と同様にテアニン含量およびEGCG/EGC比率は、販売価格が高くなるほど高くなる傾向が見られた。また、概して同価格帯の抹茶でも国内販売の日本産抹茶に比較して海外から購入した日本産抹茶のテアニン含量およびEGCG/EGC比率は低く、海外販売外国産抹茶には含量や比率の高いものが見られなかった(図9、11)。

そこで、品質向上対策のひとつとして、被覆期間と遮光度の影響を検討した結果、従来から一般的に言われている通り、テアニン含量は被覆期間よりも遮光度が大きく影響されることが明らかとなった。また、遮光度は同等でも被覆資材によりテアニン含量が異なることも明らかとなった(図13)。

3 おわりに

日本国内においてはリーフ茶の消費減少等により荒茶価格が低下するとともにコロナ禍により、茶業経営はますます厳しくなっている。一方、海外マーケットに目を向けると和食人気や健康志向の高まりなどから緑茶の消費は増加し、特に抹茶はスーパーフードとして世界中の関心事であり、日本茶輸出の牽引役ともなっている。

抹茶はこれまで茶道用の抹茶を生産するため、覆下栽培技術や施肥管理技術はもとより碾茶生産向きの、いわゆる被覆適性に富んだ品種が育成され、抹茶の収量性や品質が向上してきたと考えられている。

しかしながら、最近では抹茶は飲食用素材としての需要も多く、様々な茶期に碾茶が生

産されたり、簡便な被覆法や加工法も開発され、茶道用のみならず食品加工用抹茶まで各種各様のものが生産販売されるようになり、抹茶の品質と価格などに混乱を招いている部分も多い。

そこで、今回国内外で販売されている抹茶及び茶期別に生産された抹茶の科学的特性を明らかにした。

まず、国内外から購入した抹茶の科学的特性を調査し、概して粒度分布は国内で購入した日本産は一山型のタイプAを示し、海外で販売される日本産では“なで肩型”のタイプCおよび二山型のタイプDが多く、外国産ではタイプDが多いことを明らかにした。また、価格別測色値のh値（色相角度）は国内販売の日本産に比べ海外販売のものは全体的に低く、特に外国産のものは著しく低いこと。この傾向はa*値でも同様であり、h値やa*と相関の高いA664（吸光度）でも同傾向であること。さらに、化学成分的にもテアニン含量やEGCG/EGC比率も同様な傾向であり、これらの特性を把握することにより抹茶の品質特性を評価することが可能と考えられた。

現在、ISO（International Organization for Standardization）では抹茶の定義について検討しているが、抹茶は国際マーケットの中で関心を高めている茶種であり、日本茶文化を代表するものでもあるため抹茶の科学的特性も十二分に把握したうえで定義づけしていただきたいものである。

本報文をまとめるにあたり、抹茶の科学的特性に係るデータの一部については農研機構生研支援センター“革新的技術開発・緊急展開事業（うち先導プロジェクト）”（2016～2020、平成28～令和2年）の補助金を受けて行ったものである。また、抹茶の化学成分の一部は公益財団法人東京都農林水産振興財団東京都農林総合研究センター東京都立食品技術センター堀江秀樹氏（元、農研機構果樹茶業研究部門）により分析されたものであり、ここに謝意を表す。

引用文献・参考文献

- (1) 公益社団法人日本茶業中央会（2020）『令和2年度版茶関係資料』NPO法人日本茶インストラクター協会 p.1-16、59-83
- (2) 桑原秀樹（2012）『抹茶の研究』（自費出版）
- (3) 桑原秀樹（2015）『お抹茶のすべて』誠文堂新光社
- (4) 静岡県茶業会議所（2006）『図解 茶生産の最新技術—栽培編—』静岡県茶業会議所
- (5) 中村順行（2018）「国内外で販売される抹茶の科学的特性の解明」『JATAFF』6（10）p.10-15
- (6) 忠谷浩司、竹若与志一（2006）「直がけ被覆期間が一番茶芽の生育および成分含有率に及ぼす影響」『茶研報』p.101、9-16
- (7) Horie, H. K. Ema and O. Sumikawa（2017）「Chemical components of Matcha and powdered green tea」, 『Journal of cookery science of Japan』50, p.182-18
- (8) Horie, H., Ema, K., Nishikawa, H. and Nakamura, Y（2018）「Comparison of the Chemical Components of Powdered Green Tea Sold in the US」『JARQ』, 52（2）, p.143-147
- (9) 木村泰子、神田真帆（2013）「本ず被覆内の分光スペクトル特性と紫外線照射及び除去が茶新芽の品質に及ぼす影響」『茶研報』No.116 p.1-13
- (10) 小西茂毅、葛西善三郎（1968）「 ^{14}C の茶葉成分へのとりこみと遮光の影響 茶樹におけるテアニンおよびその関連物質の代謝と制御（第1報）」『土肥誌』39、p.264-269.
- (11) 松永明子、佐野智人、廣野祐平、堀江秀樹（2016）「直がけ被覆における遮光率の違いが一番茶新芽内化学成分に及ぼす影響」『茶研報』122、p.1-7
- (12) 酒井甚四郎（1885）『茶業須要』博雅堂
- (13) ジョアン・ロドリゲス著（江間務、佐野泰彦、土井忠生、浜口乃二雄訳）（1967）『大航海時代叢書 日本教会史』岩波書店
- (14) 社団法人 京都府茶業会議所（1994）『京都府茶業百年史』
- (15) 井上弦、中尾淳、矢内純太、佐瀬隆、小西茂毅（2019）「京都府宇治市の茶園土壌を用いた覆下栽培の発祥時期の推定」『日本土壌肥科学雑誌』90、6、p.424-432
- (16) 石川正夫（1950）『最新茶樹栽培及製茶法』「玉露園の肥料」
- (17) 木下忠孝、辻浩孝、樋江井清隆、辻正樹、金田秋光（2005）「窒素施肥量の削減がてん茶の収量・品質に及ぼす影響」『愛知県農業総合試験場研究報告』37、p.11-16
- (18) 酒戸弥二郎（1949）「茶の成分に関する研究

- 新 Amide “Theanine” に就いて」『農化』23、p. 262-267
- (19) 小西茂毅、葛西善三郎 (1968) 「茶樹における¹⁴C₂からのテアニン生成とその部位 茶樹におけるテアニンおよびその関連物質の代謝と制御 (第2報)」『土肥誌』39、p. 439-443
- (20) 大石貞男 (1983) 『日本茶業発達史』農山漁村文化協会
- (21) 黒川計 (1975) 『日本における明治期以降の土壤肥料考 (上巻)』日本における明治期以降の土壤肥料考刊行会
- (22) 西郷智弘、渡辺訓司、中野隆司、伊藤清一 (1984) 「てん茶適応性品種の選定」『愛知県農業総合試験場研究報告』16 p. 102-111
- (23) 池田奈実子、向井俊博、堀江秀樹、後藤哲久 (1993) 「一番茶芽及び秋芽の化学成分含量の品種間差異」『茶研報』77、p. 13-21
- (24) 池田奈実子、堀江秀樹、向井俊博、後藤哲久 (1993) 「各茶種用チャ品種の一番茶及び秋芽の個別アミノ酸含量の特徴」『茶研報』78、p. 67-75
- (25) 大西市造、森本孝子、富樫佳泰 (1973) 「てん茶の粉碎方法とまっ茶の物性」『茶研報』No. 39、p. 23-28
- (26) 沢村信一 (2011) 「中世以前の抹茶の粒度と味」『日本調理科学会誌』44、p. 231-237
- (27) 飯沼二郎 (1978) 『日本農業全書 14 広益国産考 大蔵永常 茶』農山漁村文化協会
- (28) 野村幸子、江間かおり、堀江秀樹、物部真奈美 (2011) 「「抹茶の定義」国際規格化に向けた国内抹茶の成分分析」『茶研報』132 (別) p. 57
- (29) 後藤正、小林利彰、大宮琢磨ら (2010) 「高温加湿熱気を活用した新しい茶の製造」『新しい農業技術』543、p. 9-12
- (30) 沢村信一、原口康弘、池田博子、園田純子 (2010) 「粉碎方法の異なる抹茶の物性と形状」『日本食糧科学工学会誌』57、p. 304-309
- (31) Unno. K., Furushima. D., Hamamoto. S., Iguchi. K., Yamada. H., Morita. S., Horie. H, and Nakamura. Y. (2018) 「Stress-Reducing Function of Matcha Green Tea in Animal Experiments and Clinical Trials」, 『Nutrients』10, 1468.
- (32) 中国国家标准化管理委员会 (2017) 『中華人民共和国国家標準 抹茶』