

## 紫外・可視吸収スペクトルによる茶種の判別

上 原 哲

はじめに

茶浸出液の味や色に関係する主要な成分としてカテキン類を始めとするポリフェノールやカフェインが知られているが、これらは紫外部や可視部に吸収を持っており、その吸収の強さを利用して定量が行われている<sup>1)~4)</sup>。寺田ら<sup>5)</sup>は、検出器に紫外・可視分光光度計(測定波長280nm)を用いた高速液体クロマトグラフ法により、茶浸出液中のカフェイン、カテキン類の定量を行い、得られたこれらの組成パターンを比較することによって各種の茶(緑茶、半発酵茶、紅茶)の分類を行っている。

前回<sup>6)</sup>、日本の緑茶浸出液の紫外・可視吸収スペクトルについて、その吸収のピークや谷の波長、谷に対するピークの吸光度比(ピークの吸光度/谷の吸光度)、並びに微分スペクトルを互いに比較することにより、緑茶の種類判別や品質評価を行うことができることを報告した。今回、茶浸出液の希釈度を3段階に変える(3区画の波長範囲別に茶浸出液の希釈倍数を変え、吸収の小さい波長範囲においては希釈倍数を小さくし、より濃い溶液について吸光度を測定できるようにする)ことにより、前回より吸光度の強度を増大させ<sup>7) 8)</sup>た吸収スペクトルを広い波長範囲にわたって得ることができた。そこで、これを用いて微分スペクトルを測定したところ、前回の結果より、より正確で詳しい結果を得ることができたので報告する。また、日本の緑茶以外

に日本や中国の後発酵茶、中国の半発酵茶、スリランカやインドの発酵茶についても調べたところ、それらの栽培法、製法、並びに産地について、違いを確認できる情報を得たので、合わせて報告する。

### 実験方法

#### 1. 試料

試料に用いた茶の種類、100g当たりの価格及び購入先は次の通りである。日本の緑茶6種類の内、抹茶(3250円)、玉露(1500円)、煎茶(800円)、番茶(150円)、ほうじ茶(150円)は香川県高松市の茶専門店、釜いり茶(200円)は熊本県熊本市の茶専門店から購入した。日本の後発酵茶4種類の内、阿波番茶(500円)は徳島県相生町の農協、紅番茶(450円)は香川県塩江町の茶専門店、かたまり茶(碁石茶)(400円)は高知県大豊町の農協、富山黒茶(バタバタ茶)(240円)は富山県朝日町の農協から購入した。中国の半発酵茶の赤ウーロン茶(500円)、青ウーロン茶(500円)及び後発酵茶のプアール茶(1120円)、六保茶(500円)、スリランカの発酵茶のウバティー(630円)、ディンブラティー(420円)、インドの発酵茶のアッサムティー(660円)、ダージリンティー(730円)は香川県善通寺市の茶専門店から購入した。いずれも、1987年(昭和62年)~1990年(平成2年)の間に購入後、冷蔵庫(4℃)に保存し、1990年(平成2年)に行った今回の実験に用いた。

#### 2. 試験溶液の調製

前回<sup>6)</sup>の方法に従い、各種の茶2.00gを上皿電子天秤で秤り取り、300ml容ビーカー中の茶こし(ス

平成29年1月6日受理

連絡先 〒769-0201 香川県綾歌郡宇多津町浜一番町10番地

香川短期大学 生活文化学科

TEL 0877(49)8039 FAX 0877(49)5252

Email uehara@kjc.ac.jp

テンレス製、内径5.6cm、深さ3.4cm)に入れ、これに30℃の恒温槽中で100ml容メスシリンダーに測り取った100℃の熱湯100mlを加え、30℃の恒温槽中で、ビーカーを傾け、茶こし中の茶葉がすべて水に漬かるように保持して2分間置いた後、茶こしを振って液を切り、次いで、得られた浸出液をさじで一様に攪拌し、その約15mlを減圧濾過用フィルターホルダーのファンネル(容量22ml、最大目盛表示15ml)に入れ、孔径0.45 $\mu$ mのメンブランフィルターで5分間を限度に減圧濾過を行い、得られた濾液を原液のまま、あるいは水で適当に希釈し、試験溶液とした。なお、浸出中、茶こしを前後左右に弱くゆらせて茶葉を散らばらせた。抹茶では、粉が粒状になるので、さじで2分間に3回ほどつぶすように掻く操作を行った。また、日本の後発酵茶4種類については、1分間は通常通り30℃の恒温槽中で浸出したが、続く4分間は沸騰水中での浸出を行った。

### 3. 測定方法

浸出液の紫外・可視吸収スペクトルは島津紫外可視分光光度計UV-160を用いて測定した。その際、200~700nmの波長範囲を200~500nm、300~600nm、400~700nmの3区画に分け、それぞれの測定に、浸出液を異なる濃さに水で希釈した3種類の試験溶液をそれぞれ使用した。すなわち、200~500nmでは、272nm付近の極大吸収ピークの高さが吸光度2近くになるように8~50倍に、300~600nmでは、300nmにおける吸光度が2付近になるように1.5~17.2倍に、400~700nmでは、400nmにおける吸光度ができるだけ2に近づくように1(原液のまま)~2倍に希釈した。得られた吸収スペクトル及びこの1次微分スペクトルについては、いずれも吸収曲線のほか、2nm毎の吸光度、ピーク(極大値)及び谷(極小値)の波長及び吸光度をプリントアウトさせた。なお、ここで得られた吸収及び微分スペクトルの結果は、長波長側から短波長側への走査によって得られたものである。

## 結果及び考察

### 1. 抹茶, 玉露, 煎茶

抹茶, 玉露, 煎茶の吸収及び微分スペクトルを図1に示す。200~500nmの波長域の結果(左端)は、抹茶が浸出液の30倍、玉露と煎茶が25倍の希釈液を用いたものである。吸収スペクトル(左端上段)を見ると、いずれの茶においても、最も大きい谷とピークの波長はそれぞれ248nmと271~273nmにあり、ほぼ同じであった。これらの谷やピークの波長は、茶浸出液の主成分であるカテキン類やカフェインの吸収スペクトルの谷やピークの波長<sup>1) 4) 8)</sup>とほぼ一致していることから、得られた吸収スペクトルはこれらの成分の組成を反映したものであると考えられた。谷に対するピークの吸光度比については玉露が最も大きく2.20、続いて、抹茶2.05、煎茶1.94であった。玉露と抹茶が煎茶より大きい理由としては、これらが摘採前は遮光をされて栽培されているためであり、遮光により、成分の組成が変化し、相対的に吸光度比が大きくなったのではないかと考えられた。また、玉露の方が抹茶より大きいのは、遮光の程度が玉露の方が抹茶より強い<sup>9) 10)</sup>ためではないかと考えられた。次に、この吸収スペクトルの微分スペクトルを左端下段に示した。いずれの茶も、最も大きい谷とピークの波長はそれぞれ260nmと286nmにあり、これらの茶の主成分であるカテキン類やカフェインの組成はよく似ていることが示された。一方、小さい谷とピークが、抹茶ではそれぞれ331nmと353nm、煎茶ではそれぞれ341nmと370nmに認められたが、玉露にはこれらの存在はいずれも認められなかった。

これら300~400nmに見られる小さい谷とピークの存在をよりはっきりと確認するために、浸出液の希釈度を抹茶は8.7倍、玉露は6倍、煎茶は7倍に下げて測定した吸収及び微分スペクトルをそれぞれ図1中央の上段と下段に示した。微分スペクトル(中央下段)によると、抹茶では谷が331nm、ピークが349nmにあること、玉露では谷やピークが認められないこと、煎茶では、谷とピークがそれぞれ2つあり、谷は341nmと359nm、ピークは351nmと371nmで、2つのピークの内、後ろの371nmのピークの方が前の351nmのピークより高いこと、が示され、希釈度を下げることにより、左端下段の結果より、より詳しく正確な情報を得ることができた。また、微分スペクトルの形から、栽培中の遮光が成分

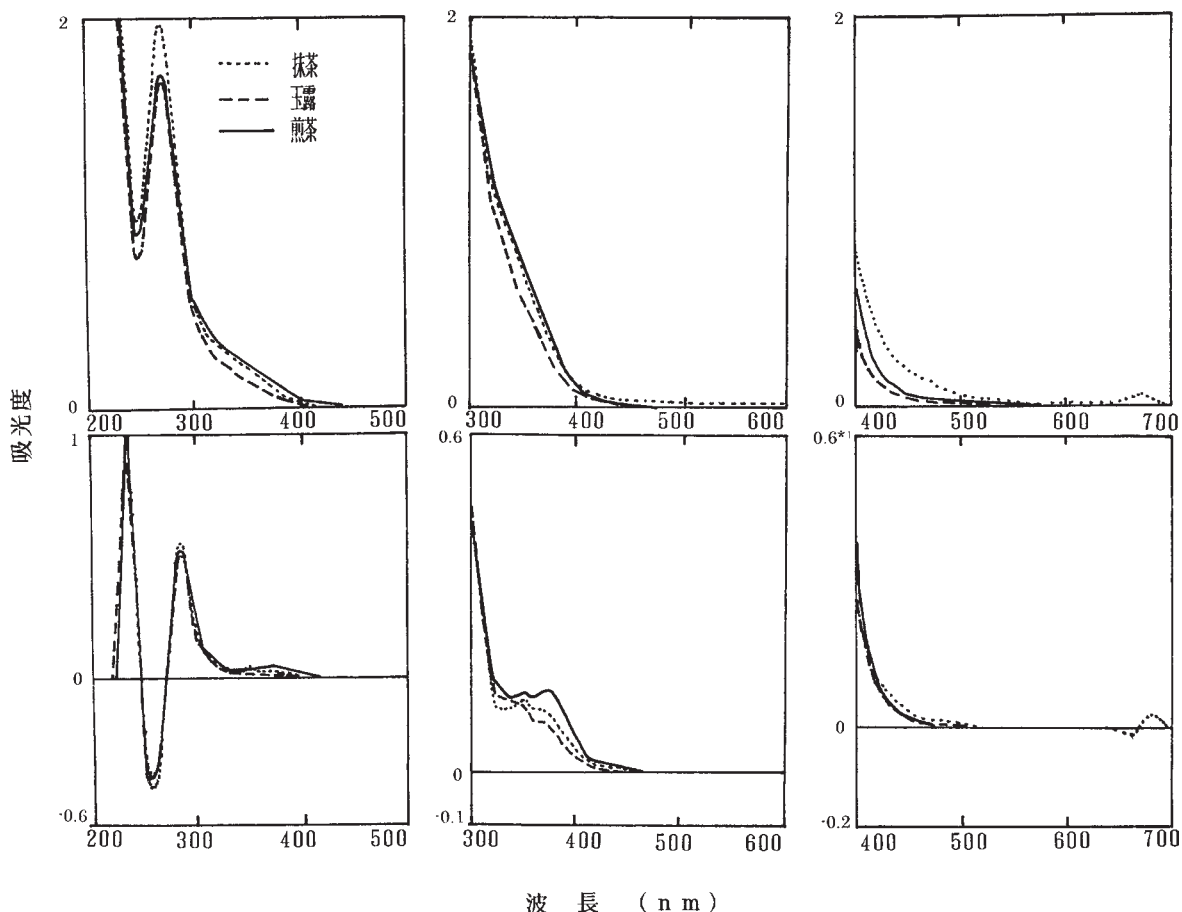


図1 抹茶, 玉露, 煎茶各浸出液の吸収 (上段) 及び微分 (下段) スペクトル

\*1: 抹茶・煎茶; 0.6, 玉露; 0.4

の生成に影響を与えることが示唆された。すなわち、玉露では、摘採前に3週間ほど強く遮光する<sup>9)</sup>ので、300~400nmに2個のピークとして示されるべき成分がいずれも生成されないのに対し、抹茶では、遮光期間の前半を弱く、後半を強く遮光する<sup>10)</sup>ので、弱い遮光時に前のピークの成分が増加したものと考えられた。これに対し、煎茶では、全く遮光しないので、前と後2つのピークに相当する成分が生成したものと考えられた。また、吸収スペクトル(中央上段)で、325~400nmにかけて抹茶と煎茶は玉露より強い直線性を示したが、この理由としては、この波長域にある、光により生成した成分の吸収が曲線部を押し上げたためと考えられた。

次に、浸出液の原液を使用して400~700nmの吸

収スペクトルを見たところ(右端上段)、一般的緑茶である玉露や煎茶では600nm以上では吸収がなくなるが、抹茶では670nmにピークが認められた。一般にこの波長域に吸収を持つ成分は青緑色を呈することから、この吸収は緑色植物の色素成分であるクロロフィルによるものではないかと考えられた。玉露や抹茶のように摘採前に遮光すると葉の緑色が増し<sup>10)</sup>、抹茶浸出液には煎茶浸出液の数倍のクロロフィルが含まれていることが報告されている<sup>11)</sup>。また、抹茶は粉末であるため、浸出の際、他の茶より効率よくクロロフィルが溶出したのではないかと考えられた。

2. 番茶, ほうじ茶, 釜いり茶

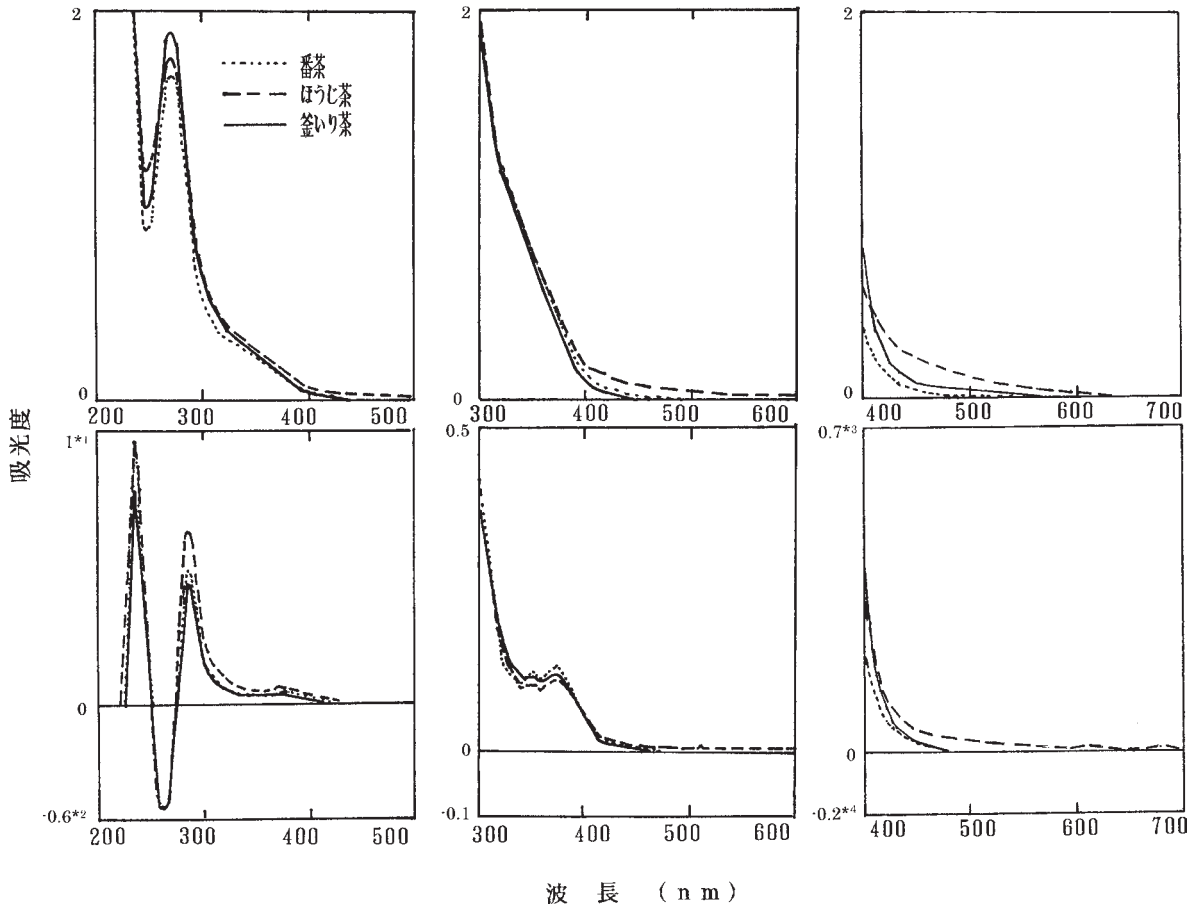


図2 番茶、ほうじ茶、釜いり茶各浸出液の吸収（上段）及び微分（下段）スペクトル

\*1: 番茶・釜いり茶:1.0, ほうじ茶:0.7

\*2: 釜いり茶: -0.6, 番茶: -0.4, ほうじ茶: -0.3

\*3: 釜いり茶:0.7, 番茶:0.5, ほうじ茶:0.4

\*4: 釜いり茶: -0.2, 番茶: -0.1, ほうじ茶: -0.05

番茶、ほうじ茶、釜いり茶の吸収及び微分スペクトルを図2に示す。200~500nmの波長域の結果(左端)は、番茶が浸出液の12倍、ほうじ茶が10倍、釜いり茶が図1の煎茶と同じ25倍の希釈液を用いたものである。吸収スペクトル(左端上段)を見ると、番茶やほうじ茶の希釈度は煎茶より2~2.5倍ほど低いにもかかわらず、ピークの高さは煎茶と同じくらいであることから、溶出成分量は煎茶よりかなり少ないことが示された。これに対し、釜いり茶は煎茶より少し溶出量が多いことを示した。吸光度比は釜いり茶が最も大きく、煎茶と同じ1.94、番茶は1.91、ほうじ茶は1.49であった。釜いり茶と番茶は煎茶に類似した値であったが、ほうじ茶は比がか

なり小さくなっていた。これは、いずれの茶も煎茶と栽培法が類似しているものの、ほうじ茶は製法にほうじる工程が入っており、ほうじることにより、このあたりに吸収を持つカフェインやカテキン類等の分解による成分量の減少や組成の変化が生じたものと考えられた。なお、いずれも、249nmに谷、271nmにピークを持ち、図1で示した抹茶、玉露、煎茶とほぼ一致することから、これらの茶はいずれも、抹茶、玉露、煎茶によく似たカテキン類やカフェインの組成を持っていることが示された。これらの微分スペクトル(左端下段)ではいずれも大きな谷とピークをそれぞれ260nmと286nmに示したが、これは抹茶、玉露、煎茶と全く一致する結果で

あった。また、小さな谷とピークをそれぞれ359～361nmと370～371nmに示した。

図1の左端下段の結果と比較すると、小さなピークの方は煎茶の結果(370nm)と一致したが、谷の方が煎茶の結果(341nm)と一致しないので、希釈度を番茶は3倍、ほうじ茶は3.2倍、釜いり茶は8倍に下げて300～400nmの微分スペクトルを詳しく見たのが中央下段の図である。番茶は谷を341nmと359nmに、ピークを353nmと373nmに示すとともに、後のピークの方が前のピークより高いことを示し、煎茶とよく似た成分と組成を持っていることが示された。これに対し、ほうじ茶と釜いり茶では、371～373nmに1個のピークのみを示し、前の353nm付近は、ピークではなく、ピークがつぶれたような台状になっていることが示された。これは、353nm付近にピークを示す成分がほうじたりいる操作により、分解し易い成分であることを示している。

次に、400～700nmの波長範囲の吸収スペクトルを浸出液の原液を用いて調べたところ(右端)、ほうじ茶は他の茶と異なり、650nm付近まで弱い吸収を示していた。これは、ほうじることにより各種の分解・重合物が生じているためと考えられた。

以上の結果、日本の緑茶6種類はそれぞれ、栽培法や製法に基づく、成分含量の違いを生じ、これを反映した独自の吸収スペクトルを紫外及び可視部に持っていることが示され、これを見ることにより、これらの茶種を判別できることが示された。

### 3. 日本の後発酵茶

日本の後発酵茶4種類(阿波番茶、紅番茶、かたまり茶、富山黒茶)の吸収及び微分スペクトルを図3に示す。阿波番茶は、茶葉を5～10分間煮沸後、桶に詰め込み、最低7日間嫌気発酵させたものである<sup>12)</sup>。紅番茶は、包装袋の表示には、製法は緑茶とは全く異なり、インド、ネパールや中国雲南省にある発酵茶の技術と日本の番茶の技術で作られたもので、タンニンが少ないアルカリ飲料で、飲み方については、よく出る茶であるので3～4回は飲み、砂糖、蜂蜜、レモン、ミルク、ブランデー、ウイスキー等を好みで加えれば一層風味を増すとあり、茶の色は黒っぽいこげ茶で短めによった形をしていることから、嫌気発酵を主体とした「食べるお茶」<sup>12)</sup>

に近い製法を行うとともに、もみ操作も取り入れた茶と推定された。かたまり茶は碁石茶とも呼ばれ、茶葉を約1時間蒸した後、堆積し、7～10日間の好気発酵を行った後、桶に詰め込んで最低7日間(10日間以上)嫌気発酵をさせた茶である<sup>12)</sup>。これに対し、富山黒茶はバタバタ茶とも呼ばれ、茶葉を1～2分間蒸した後、木枠箱に漬けて1～2日おきにつめかえながら20～30日間好気発酵させた茶である<sup>12)</sup>。200～500nmの結果(左端)は、阿波番茶が12倍、紅番茶が18倍、かたまり茶が25倍、富山黒茶が8倍の希釈液を用いたものである。先に試験溶液の調製の項で記したように、浸出条件を変えているので、他の茶との吸光度の比較はできないが、希釈度とピークの吸光度の大きさ(左端上段)からみて、後発酵茶の中ではかたまり茶が最も成分の溶出量が多く、富山黒茶が最も成分の溶出量の少ない茶であることが推定された。谷は紅番茶が245nmで最も小さく、阿波番茶が248nm、富山黒茶が249nm、かたまり茶が253nmと幅があった。ピークは紅番茶が最も小さく271nm、阿波番茶、かたまり茶、富山黒茶は273nmであった。紅番茶の谷とピークの波長が他より小さ目であることと、かたまり茶の谷の波長が他より少し大きいことが特徴であり、紅番茶とかたまり茶は、日本の緑茶と較べて、主成分のカテキン類やカフェインの組成に少し違いがあることが示唆された。吸光度比は、阿波番茶が最も大きく2.03で煎茶(1.94)並であり、次いで紅番茶1.83、富山黒茶1.50、かたまり茶1.32であった。阿波番茶は嫌気発酵を最低7日間ほど行うものであるが、この過程はカテキン類やカフェインの組成に大きな影響は与えないことが示された。他の3種類の茶では様々な値をとっているが、これについては発酵中の微生物の作用の仕方のほか、製法上の微妙な違いの影響が出ていることも考えられた。微分スペクトル(左端下段)では、大きい谷の吸収は紅番茶が最も低く259nm、阿波番茶と富山黒茶が261nm、かたまり茶が263nm、大きいピークの波長はいずれも286～287nmであり、上段の吸収スペクトルをほぼ反映していた。小さい谷は、富山黒茶が339nm、紅番茶が341nm、かたまり茶が342nm、阿波番茶が343nmであり、小さいピークは、紅番茶と富山黒茶は354nmに、かたまり茶は371nm、阿波番茶は374nmに認め

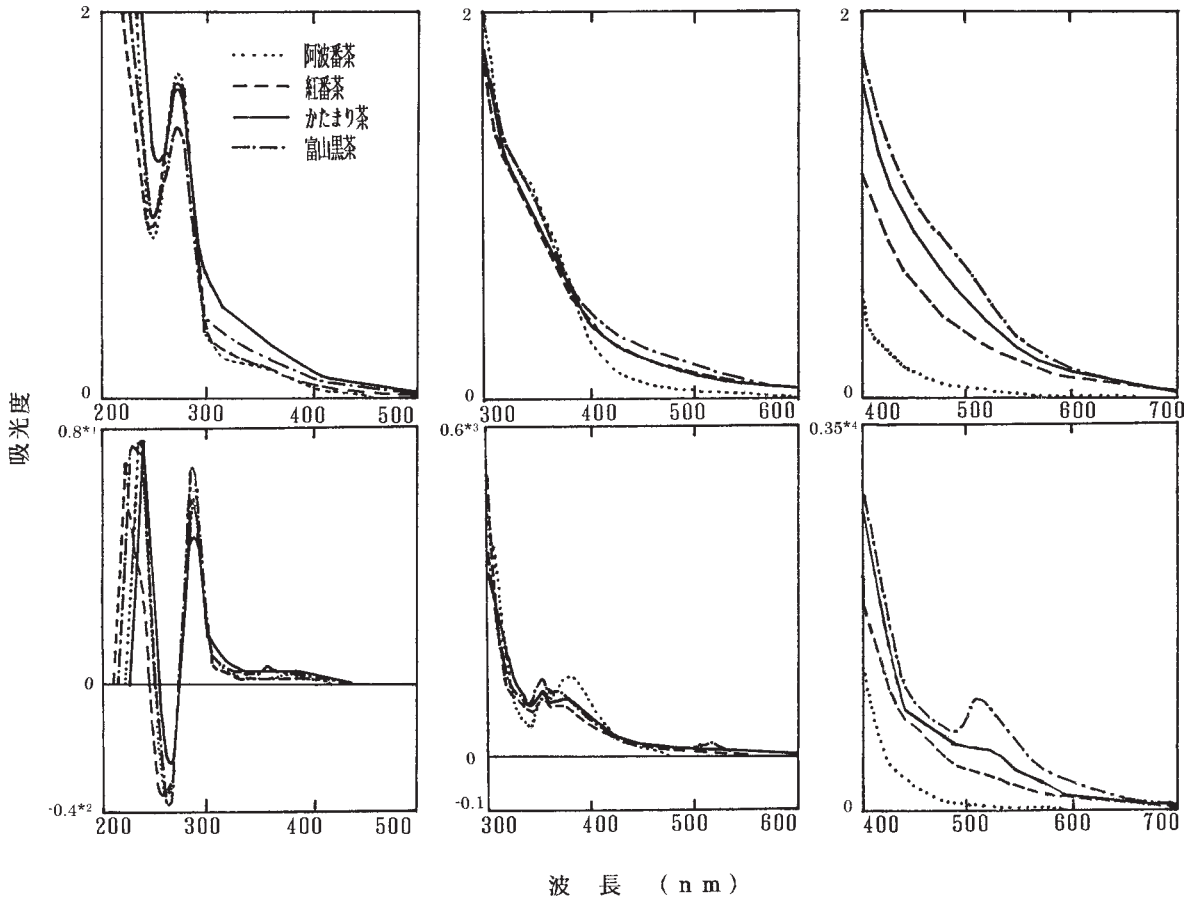


図3 日本の各種の後発酵茶の浸出液の吸収（上段）及び微分（下段）スペクトル

\*1：阿波番茶：0.8，紅番茶・かたまり茶：0.7，富山黒茶：0.5

\*3：阿波番茶・紅番茶：0.6，かたまり茶・富山黒茶：0.5

\*2：阿波番茶・紅番茶：-0.4，かたまり茶・富山黒茶：-0.3

\*4：阿波番茶：0.35，紅番茶・かたまり茶：0.3，富山黒茶：0.25

られた。

次にこれらをより正確に見るために、希釈度を阿波番茶は1.5倍、紅番茶は3倍、かたまり茶は8倍、富山黒茶は1.5倍に下げて見た微分スペクトルを中央下段に示す。その結果、谷は、富山黒茶341nm, 359nm, 488nm, 紅番茶341nm, 358~360nm, かたまり茶341nm, 360nm, 阿波番茶338nm, 358nm, ピークは、富山黒茶353nm, 367nm, 512nm, 紅番茶353nm, 364~370nm, かたまり茶352nm, 372nm, 阿波番茶354nm, 377nmに認められ、左端下段の結果より詳しい結果が得られていることが示された。富山黒茶は3つ、他は2つの谷とピークをそれぞれ持つことが示された。阿

波番茶では大きいピークは波長の高い後の方であったが、他の3つの茶では、波長の低い前の方のピークが大き目であった。これら300~400nmに見られる小さな谷やピークの波長は煎茶や番茶とほぼ一致しており、日本の後発酵茶は日本の緑茶とこの波長域に吸収を持つ成分の種類については似ていることが推定された。また2つのピークの形から見ると、2つの成分の量的比率の点では阿波番茶が最も緑茶に近いと考えられた。

阿波番茶、紅番茶、富山番茶は浸出液の原液を、かたまり茶は2倍に希釈したものをを用いて400~700nmの吸収及び微分スペクトルを調べたところ（右端）、吸収スペクトル（右端上段）においては、

阿波番茶を除く他の3種類の茶が600nm以上でも弱い吸収を持っており、これらの茶が日本の緑茶とは異なる成分を持っていることを示し、これらは、後発酵中に生成した分解物や重合物によるものと考えられた。微分スペクトル（右端下段）においては、富山黒茶が特徴的な大きなピークを510～514nmに示した。かたまり茶も同じ波長付近において肩を示しているが、ピークには至っていない。これは、富山黒茶では好気発酵を20～30日程度行うが、かたまり茶では7～10日ほどしか行わない<sup>12)</sup>ためと考えられた。紅番茶はほんのわずかな肩しか示さないことから、好気発酵期間はかたまり茶よりさらに短いものと推定された。また、阿波番茶は嫌気発酵のみのために、ここに吸収を示す成分を含有していなかったものと考えられた。富山黒茶は、微分スペクトルで、長波長側の510～514nmにピーク、低波長側の480～490nmに谷を示すことから、通常の吸収スペクトルでなら、これらの中に当たる480～514nmに吸収ピークを示す物質を有するということになり、その波長から、橙色～赤色系の色素成分の存在が示唆され、この成分はこの茶の浸出液の色に他の茶より大きく影響しているものと考えられた。また、この成分は十分好気発酵が行われる時に生成される物質であることが示唆された。

以上の結果、日本の各種の後発酵茶は、それぞれ、その製法の違いに基づく成分を反映した吸収スペクトルを示し、この特徴を調べることにより、これらの茶種を判別できることが示された。

#### 4. 中国茶

中国茶4種類（赤ウーロン茶、青ウーロン茶、プアール茶、六保茶）の吸収及び微分スペクトルを図4に示す。ウーロン茶は半発酵茶に属するが、包装袋の表示では、赤ウーロン茶は、紅茶に近い強発酵ウーロン茶、青ウーロン茶は、緑茶に近い弱発酵ウーロン茶と記載されている。プアール茶と六保茶はどちらも好気発酵を行う中国の後発酵茶であるが、プアール茶が堆積貯蔵を3～5年と長く行うものであるのに対し六保茶の方は堆積発酵が約1年と短いものである<sup>13)</sup>。200～500nmの波長域の結果（左端）は、赤ウーロン茶と青ウーロン茶が浸出液の10倍、プアール茶が25倍、六保茶が15倍の希釈液を用

いたものである。吸収スペクトル（左端上段）を見ると、谷はいずれも248～250nmに、ピークは、赤ウーロン茶と青ウーロン茶が272nm、プアール茶と六保茶が269～270nmにあり、後発酵茶の方が少し小さい結果が得られたが、主成分のカテキン類やカフェインの組成は互いに類似していることが示された。吸光度比は、青ウーロン茶が1.81、赤ウーロン茶が1.67であるが、プアール茶は1.32、六保茶は1.34であり、半発酵茶では発酵が進むほど、また、半発酵茶より後発酵茶の方が低いことが示され、いろいろな成分が発酵中に生じていることが示唆された。微分スペクトル（左端下段）では、大きい谷はいずれも259～261nm、大きいピークはいずれも286～287nmにあり、これらの中国茶の主成分であるカテキン類やカフェインの組成は互によく似ており、また、日本の緑茶ともよく似ていることが示された。小さい谷は、赤ウーロン茶、青ウーロン茶、プアール茶では341～344nmに見られ、六保茶には見られなかった。小さいピークは、赤ウーロン茶、青ウーロン茶、プアール茶ではいずれも371nmに見られ、六保茶では見られなかった。

次に、浸出液の希釈度を赤ウーロン茶と青ウーロン茶は3倍、プアール茶は7.4倍、六保茶は3.5倍に下げて300～600nmの微分スペクトルを詳しく見てみると（中央下段）、小さい谷は、赤ウーロン茶と青ウーロン茶ではいずれも341～342nmと358nmに、プアール茶では341nm、359nm、447nm、660nmに、六保茶では、343nm、442nm、493nmに見られた。小さいピークは、赤ウーロン茶と青ウーロン茶ではいずれも352nmと371～372nmに、プアール茶では352nm、370nm、515nm、676nmに、六保茶では353nm、482nm、507nmに見られた。また、赤ウーロン茶と青ウーロン茶では前の352nmのピークより後の371～372nmのピークの方が大きいですが、プアール茶では後のピークが小さくなり、六保茶では肩になっていた。300～400nmにおける微分スペクトルの形、並びに谷やピークの波長を他の茶と比較すると、半発酵茶の赤ウーロン茶と青ウーロン茶は日本の緑茶の煎茶や番茶に、後発酵茶のプアール茶と六保茶は日本の同じ後発酵茶の紅番茶、かたまり茶、富山黒茶に類似していることが示され、栽培法及び製法の類似点が反映されたものと考えられた。

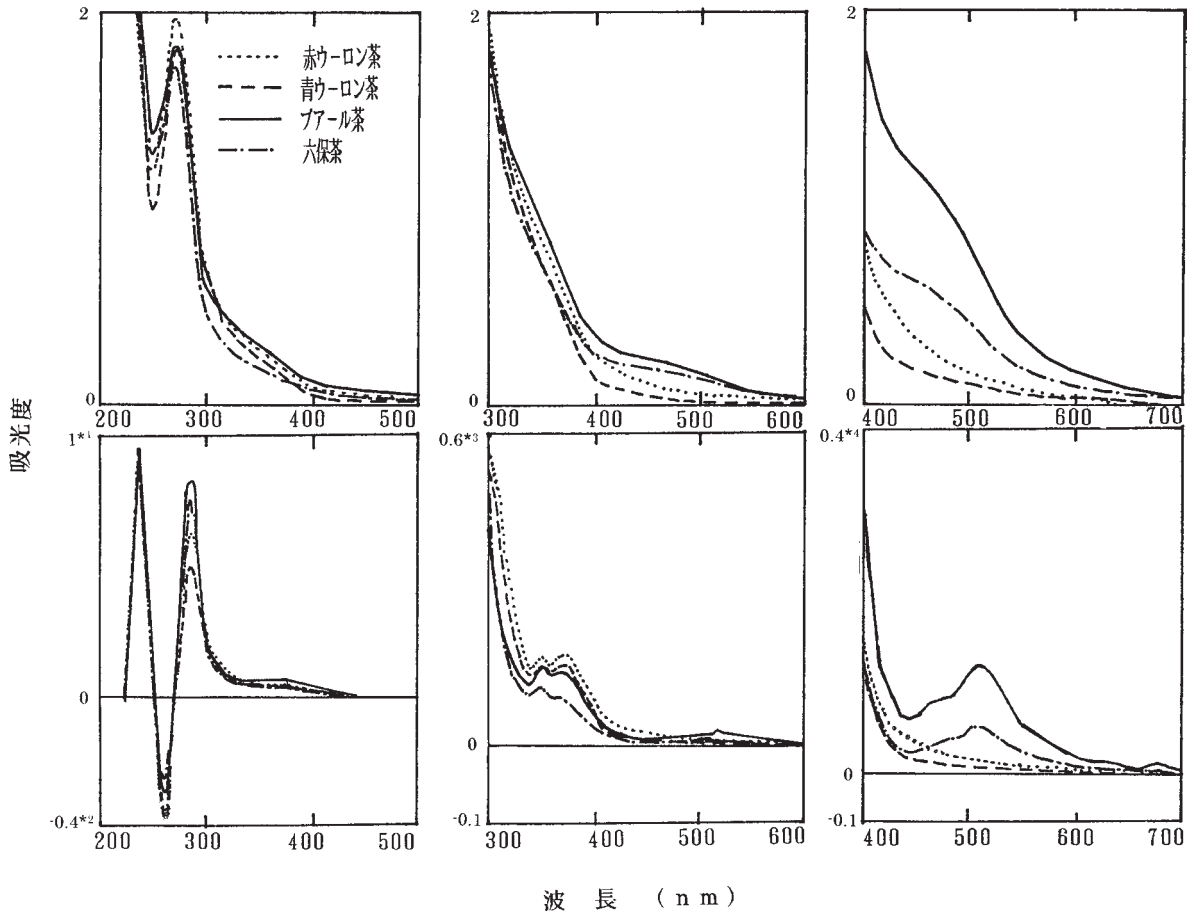


図4 各種の中国茶の浸出液の吸収（上段）及び微分（下段）スペクトル

\*1: 青ウーロン茶: 1.0, 赤ウーロン茶: 0.8, 六保茶: 0.7, プアール茶: 0.6

\*2: 赤ウーロン茶・青ウーロン茶: -0.4, プアール茶・六保茶: -0.3

\*3: 六保茶: 0.6, 青ウーロン茶・プアール茶: 0.5, 赤ウーロン茶: 0.4

\*4: 赤ウーロン茶・青ウーロン茶・六保茶: 0.4, プアール茶: 0.3

次に、赤ウーロン茶、青ウーロン茶、六保茶は浸出液の原液を、プアール茶は1.4倍の希釈液を用いて400~700nmの波長域を調べた結果（右端）、いずれの吸収スペクトル（右端上段）とも600nm以上まで弱い吸収が見られていた。これは日本の後発酵茶の内の阿波番茶を除く他の3種類の茶と類似しており、発酵や後発酵により可視部に吸収を示す分解物や重合物が生成してくることが示された。微分スペクトル（右端下段）では、赤ウーロン茶と青ウーロン茶ではピークは見られなかったが、プアール茶と六保茶ではいずれも510nm付近に大きなピークを示した。これらプアール茶や六保茶といった中国の後発酵茶の結果は日本の後発酵茶の1つである富山黒

茶の結果（図3）とよく似ており、発酵期間の長さは異なるものの、共に好気発酵を行うことで、成分の生成過程はよく似たものとなり、類似した成分を含有しているものと考えられた。

## 5. 紅茶

スリランカの紅茶2種類（ウバティー、ディンブラティー）とインドの紅茶2種類（アッサムティー、ダージリンティー）の吸収及び微分スペクトルを図5に示す。200~500nmの波長域の結果（左端）は、ウバティーとディンブラティーが浸出液の50倍、アッサムティーとダージリンティーは30倍の希釈液を用いたものである。吸収スペクトル（左端



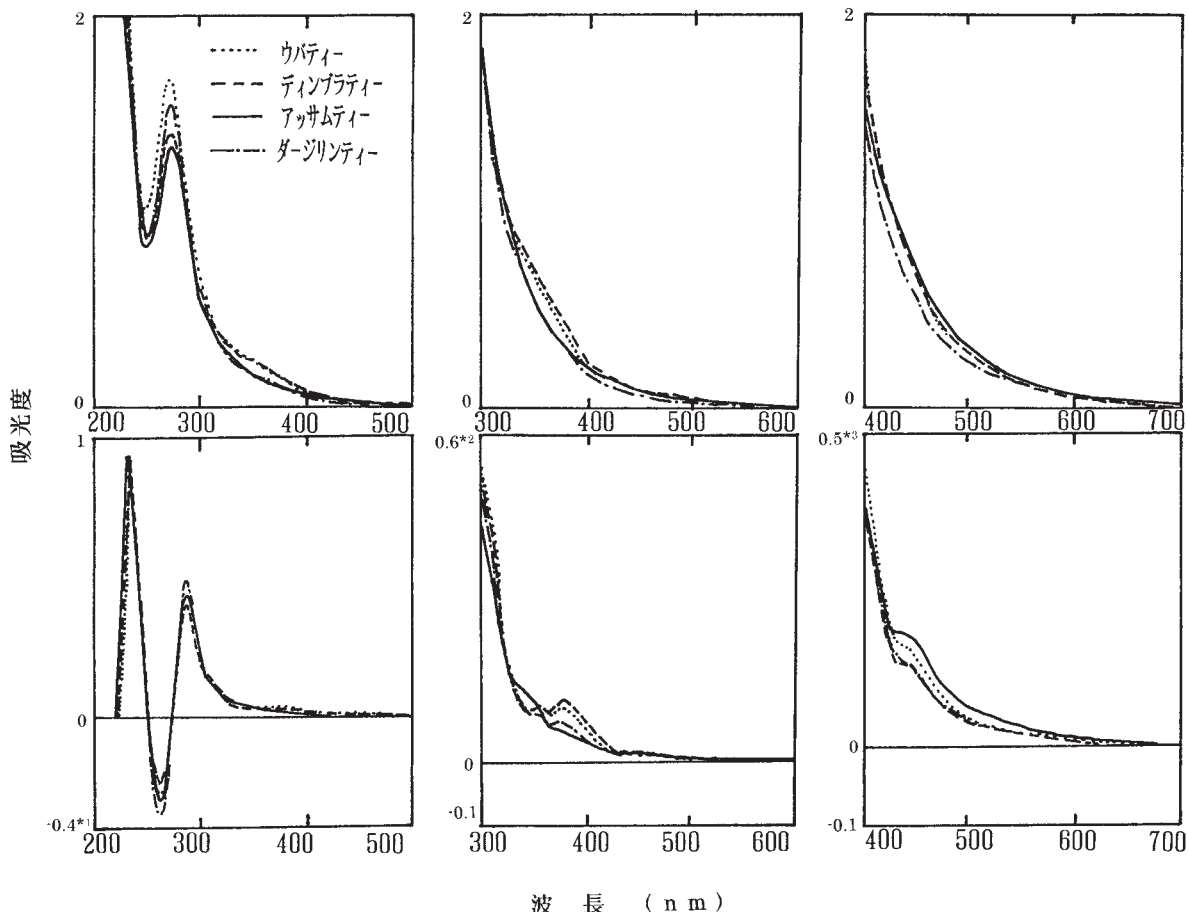


図5 各種の紅茶の浸出液の吸収（上段）及び微分（下段）スペクトル

\*1: ウバティー・ティンブラティー・ダージリンティー: -0.4, アッサムティー: -0.3

\*2: アッサムティー・ダージリンティー: 0.6, ウバティー・ティンブラティー: 0.5

\*3: ティンブラティー: 0.5, ウバティー・ダージリンティー: 0.4, アッサムティー: 0.3

上段)を見ると, 谷はいずれも248~249nm, ピークはいずれも272~273nmにあり, 主成分のカテキン類やカフェインの組成は互いによく似ており, また, 日本の緑茶や中国の赤ウーロン茶や青ウーロン茶ともよく似ていることが示された。また, 希釈度の大きさからみて, インド産よりスリランカ産の方が成分は濃く出ていることが推定された。吸光度比はダージリンティーが最も大きく1.78, 次いで, ウバティーが1.63, アッサムティーが1.62, ティンブラティーが1.56でいずれもよく似ており, 中国茶の赤ウーロン茶1.67に近いものであった。この紅茶と赤ウーロン茶の吸光度比の類似性は, 赤ウーロン茶

が紅茶に近い強発酵ウーロン茶であるとの包装袋の表示を裏付けるものであった。この微分スペクトルを左端下段に示した。いずれの紅茶とも, 大きな谷を260~261nmに, 大きなピークを287nmに持っていた。小さい谷は, ウバティーでは360nm, ティンブラティーでは342nmに認められたが, アッサムティーとダージリンティーでは認められなかった。小さいピークは, ウバティーとティンブラティーは370nmに持っていたが, アッサムティーとダージリンティーはいずれも持っていなかった。

これら300~400nmの小さい谷やピークの存在をより詳しく確認するために, 浸出液の希釈度を

ウバティーは17.2倍、ディンブラティーは14.3倍、アッサムティーは7.8倍、ダーズリンティーは8.5倍に下げたところ（中央）、スリランカのウバティーとディンブラティーの吸収スペクトル（中央上段）は320～400nmにかけて直線的な減少を示し、ここに肩に似た弱い吸収があることを示した。竹尾ら<sup>14)</sup>も国内に市販されている紅茶の浸出液の吸収スペクトルにおいて、350～400nmの間にわずかな吸収の肩があることを報告しており、これと一致する結果のように思われた。また、この吸収スペクトルの直線性は、図1～4の中央上段にもしめされており、紅茶も日本や中国の各種の茶と共通した成分を含有していることがうかがわれた。なお、インドのアッサムティーやダーズリンティーではこの傾向がはっきりと認められず、産地の違いを示唆した。微分スペクトル（中央下段）を見ると、小さな谷は、ウバティーとディンブラティーではいずれも342nmと359～360nmに、ダーズリンティーでは362nmに認められたが、アッサムティーでは認められなかった。小さなピークは、ウバティーでは348～350nmと370nmに、ディンブラティーでは352nmと374nmに、ダーズリンティーでは370nmに認められたが、アッサムティーには認められなかった。アッサムティー以外の他の茶では小さいピークが見られる2つの波長域において、アッサムティーはいずれにおいても肩に留まっていた。また、ピーク数は同じでも、ウバティーのピークは、前のピーク（348～350nm）が後のピーク（370nm）の高さよりわずかに高いのに対し、ディンブラティーでは、前のピーク（352nm）より後のピーク（374nm）の方がわずかに高くなっていた。200～300nm及び300～400nmにおける微分スペクトルの形、並びに谷やピークの波長についての結果は、紅茶の中ではスリランカのディンブラティーが日本の緑茶の煎茶や番茶、並びに中国の半発酵茶の赤ウーロン茶や青ウーロン茶に最も類似していることを示しており、加工法等に違いがあっても、成分の種類や比率的なものが似てくることが起こりうることを示された。地理的には、スリランカの中央の山岳地帯を挟んでウバ地区は南東側、ディンブラ地区は西側に位置している。また、アッサム地区はインド北東部の低い平原に、ダーズリン地区は同じインド北東部ではあるが、ヒ

マラヤの山麓部に位置しており、このような位置的違いが気候や土壌等の違いになり、それが成分組成の違いに影響を与えている可能性が考えられた。また、以上の結果は、これらの紅茶の産地の判別に利用できるように思われた。

次に、アッサムティーとダーズリンティーは浸出液の原液を、ウバティーは2倍、ディンブラティーは1.9倍の希釈液を用いて400～700nmの波長域を調べたところ（右端）、吸収スペクトル（右端上段）においては、いずれも600nm以上まで弱い吸収が見られ、発酵により、種々の分解物や重合物が生成していることが示された。これは、日本の阿波番茶を除く後発酵茶及び中国の半発酵茶や後発酵茶で見られたものと同じ特徴であった。微分スペクトル（右端下段）では、いずれの紅茶も425～500nmにかけて肩を示しており、吸収スペクトル上であればこの間の波長域にピークを持つ成分が存在することを示した。この微分スペクトルにおける肩の存在は紅茶特有の吸収パターンであり、他の茶には見られないことから、紅茶の判別に有効な特徴であると考えられた。肩の原因になっている成分としては、紅茶に共通で、かつ、425～500nmの波長域に吸収のピークを持つ点から見て、455nmに吸収のピークを持ち、明るい橙赤色の色素として紅茶の水色に寄与していることが報告されている<sup>14)</sup> テアフラビンの可能性が推定された。

## 要約

茶浸出液の希釈度を3段階に変えることにより、吸光度の強度を増大させた吸収スペクトルを広い波長範囲にわたって得ることができた。これらの吸収及び微分スペクトルを測定することにより、日本、中国、スリランカ、インドの18種類の茶の判別を行うことができた。また、合わせて、それらの栽培法、製法、並びに産地の違いを確認できる情報を得ることができた。

## 文献

- 1) Ishler, N.H., Finucane, T.P. and Borker, E., 1948, Rapid spectrophotometric determination

- of caffeine. *Anal. Chem.*, 20, 1162-1166.
- 2) 広瀬真一, 玉田重吉, 1979, 茶のカテキン類の高速液体クロマトグラフィーによる定量, 茶業研究報告, 50, 51-55.
  - 3) 津志田藤二郎, 土井芳憲, 1984, チャの葯および茎のカルスのカフェイン, テアニン, カテキン含量, 日本農芸化学会誌, 58, 1131-1133.
  - 4) 奥村寿子, 一谷正己, 瀧原孝宣, 国本浩喜, 2007, UV吸収スペクトルを用いた緑茶飲料中のガレート型カテキンの簡易定量, 日本食品化学学会誌, 14, 128-133.
  - 5) 寺田志保子, 前田有美恵, 増井俊夫, 鈴木裕介, 伊奈和夫, 1987, 各種茶(緑茶, 半発酵茶, 紅茶)浸出液およびティードリンクス中のカフェイン, カテキン組成, 日本食品工業学会誌, 34, 20-27.
  - 6) 上原哲, 2016, 茶浸出液の紫外・可視吸収スペクトル分析, 香川短期大学紀要, 44, 71-78.
  - 7) 林剛, 橋本実, 小山宏, 松久次雄, 1984, 茶の化学的品質管理への多変量解析の応用, 名城大農学報, 20, 25-46.
  - 8) 大八木美榮子, 1988, 茶類の分析-高速液体クロマトグラフ法による茶類中のカフェインの定量分析法-, 調布学園女子短期大学紀要, 21, 244-255.
  - 9) <http://www.ujien.jp/lecture/kind/gyokuro-sencha/>(2015.9.8)
  - 10) <http://www.sharp.co.jp/ocha/ochahakase/lesson4.html>(2015.9.3)
  - 11) 北田善三, 玉瀬喜久雄, 佐々木美智子, 山添胖, 前田有美恵, 山本政利, 米谷力, 1989, 各種茶に含まれるL-アスコルビン酸, トコフェロール, カロチン, クロロフィルについて, 日本食品工業学会誌, 36, 927-933.
  - 12) 岡田早苗, 小崎道雄, 1983, 微生物による日本産発酵茶, 阿波番茶・碁石茶・黒茶の調査, 東京農大農学集報, 27, 269-276.
  - 13) 将積祝子, 高柳博次, 阿南豊正, 池ヶ谷賢次郎, 1984, 中国産白茶, 黄茶, 青茶, 黒茶の化学成分, し好調査, 茶業研究報告, 60, 59-65.
  - 14) 竹尾忠一, 大沢キミコ, 1972, 紅茶に含まれる水溶性色素類の分離, 日本食品工業学会誌, 19,

406-409.

## Summary

By changing the degree of the dilution of tea infusion in three steps, the absorption spectra, which increased the strength of the absorbance, were obtained over the wide range of wavelength. By measuring these absorption and derivative spectra, the discrimination of the eighteen kinds of tea from Japan, China, Sri Lanka, and India could be done. It was also possible to obtain information which could confirm the differences in their cultivation methods, the manufacture methods and the producing district.

