

# 紅茶の浸出液に関する研究

## 第1報 レモン添加時の色等の変化について

井 阪 正 夫  
大 鹿 淳 子

### 1. 緒 言

紅茶は飲用に際し、レモンを添加してレモンティとする場合が多いので、その時の色等の変化について、市販の紅茶、レモンを用いて検討を行った。

紅茶の水色及び味は主として茶の生葉中のカテキン類が紅茶製造中に酸化酵素によって酸化重合して生じた、いわゆる紅茶タンニンによるものであり、軽度に重合した酸化型タンニンが多い程、良質と言われ、未酸化のカテキンが多いと渋くなり、重合したものが多すぎると浸出液の色が悪くなることが知られている。また紅茶の色の成分としては「テアフラビン」(赤橙色)、「テアルビジン」(濃赤色)、「酸化重合物」(赤褐色)の三者の成分の混合割合が紅茶の浸出液の色(水色)の良否を左右するということが知られている。<sup>(1~19)</sup>

レモンに関しては、その酸味は主としてクエン酸であり、その他にリンゴ酸等が僅かに含まれている。またpHは約2.2で酸味に富むことが知られている。<sup>(20)</sup>

ここに紅茶の浸出時間を変えて浸出した液と、所定量のレモンを添加して同様に処理した液、レモン量を変えて一定時間浸出した液、及びpHを変えて浸出時間を一定にした液についてそれぞれ可視紫外部吸収スペクトルによる吸光度の変化を測定した。また紫外部のピークが何に由来するかについても検討を行った。更にレモン添加時の視覚による色調の変化について検討を行った。

### 2. 実 験

#### 2-1 試料の調製

(1) 市販のリプトン紅茶(原産地セイロン、エクストラクオリティ)を5g採取し、これに400mlの沸騰した蒸留水を加え充分かくはんしながら、それぞれ「2分」「4分」「8分」「16分」「32分」間処理した後、濾過し、冷却後蒸留水を加えて500mlにしたものを作り、pH及び可視部吸収スペクトル測定用試料とした<sup>(21,22)</sup>。更にまたこれより1mlを取出し、蒸留水を加えて100mlにしたものを調製し、紫外部吸収スペクトル測定用の試料とした。

- (2) 市販レモン(カリフォルニア産, 農薬無添加)を洗滌後, 輪切りにし, 30g宛を添加したもののについて前記(1)と同様に調製し, pH並びに可視紫外部吸収スペクトル測定用試料とした。
- (3) 浸出時間を一定(4分)にしてpHを変えた液を前記(1)と同様に調製し, 可視紫外部吸収スペクトル測定用試料とした。
- (4) 視覚による色調の変化を検討するに当っては前記(1)の「2分」の試料を標準試料とした。

## 2-2 実験方法

### (1) pHの測定

小林計測器製のDigital pHメーターを用い, 所定の方法により測定した。

### (2) 吸収スペクトルの測定

日本分光製, Digital Double-Beam分光光度計(UVIDEC-1型)を用い, 所定の方法により, 可視紫外部吸収スペクトルを測定した。

### (3) タンニンの定性分析

紅茶浸出液を酢酸エチルで振出し, 分離後, ロータリーエバポレーターを用いて濃縮, 乾固し, 次いで蒸溜水にとかして, これに重クロム酸カリ, 石灰水, 鉄みょうばん, 塩化第二鉄を加えて沈澱の状況を観察した<sup>(23)</sup>。

## 3. 実験結果及び考察

3-1 紅茶及び紅茶にレモンを添加して所定時間<sup>(24)</sup>浸出した液のpH及び吸収スペクトル試料は前述2-1(1)(2)の様に調製した。

### 1) pH

第1表 浸出時間を変えた時のpHの変化

種 類 \ 浸出時間(分)	2	4	8	16	32	$\bar{X}$
紅 茶 *1	5.24	5.12	5.20	5.21	5.11	5.2
紅茶+レモン *2	3.56	3.40	3.50	3.56	3.39	3.5

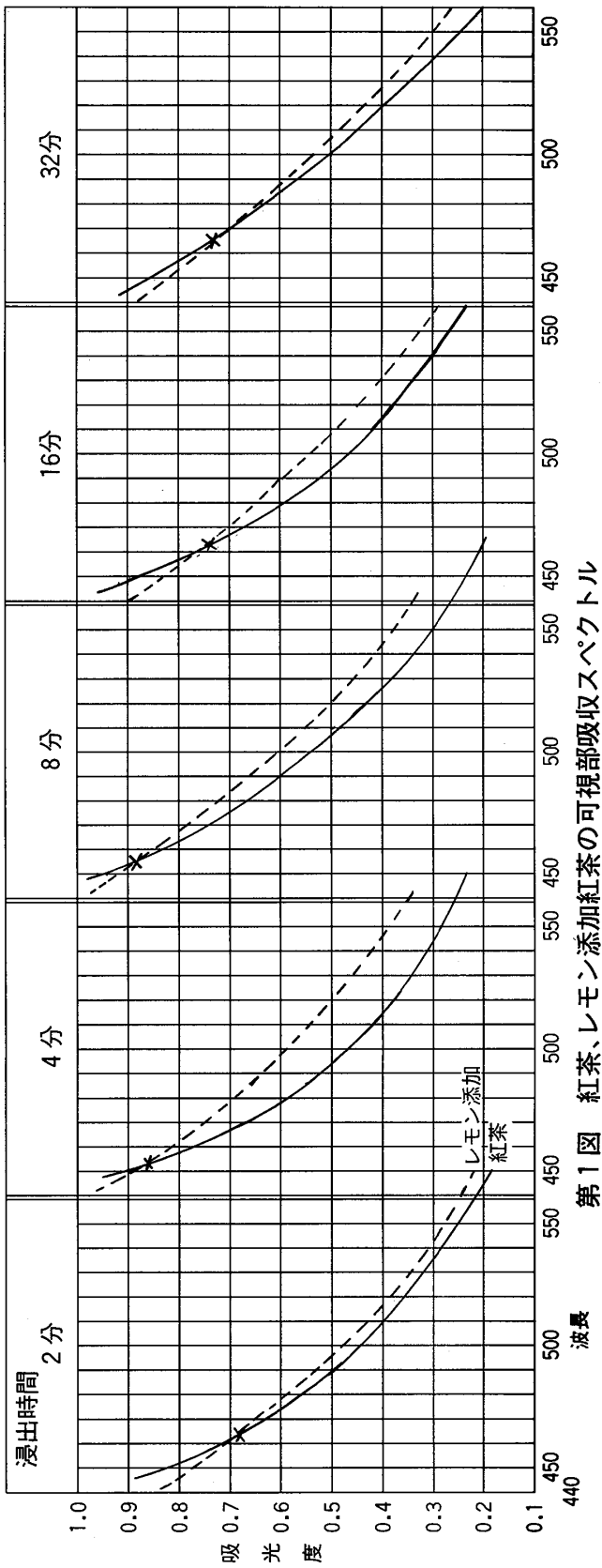
\*1 紅 茶: 紅茶5g/500ml

\*2 紅茶+レモン: レモン30g/紅茶5g/500ml

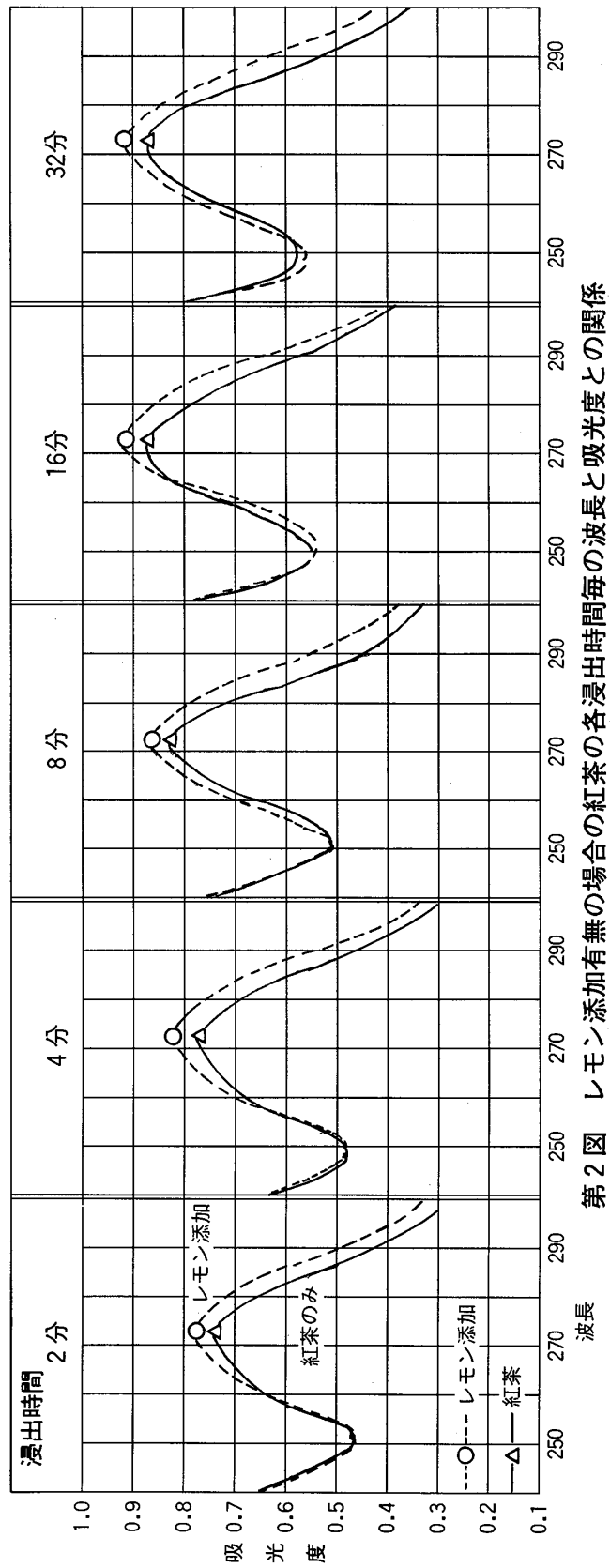
それぞれの浸出時間に関係なくpHはおおよそ一定値5.2及び3.5を示す。レモン添加により約1.7低下する。

### 2) 可視部380~780nmにおける吸収スペクトル

第1図よりわかる様に, いずれの場合も450~470nmの波長において紅茶のみとレモン添加紅茶のカーブが交わっており, この波長より大きい波長ではレモン添加の方が吸光度が大きいこ



第1図 紅茶、レモン添加紅茶の可視部吸収スペクトル



第2図 レモン添加有無の場合の紅茶の各浸出時間毎の波長と吸光度との関係

とを示している。

### 3) 紫外部200～380nmにおける吸収スペクトル

第2表 272nmにおける各浸出時間毎の吸光度のピーク値

種 類 \ 浸出時間(分)	2	4	8	16	32
紅茶+レモン *1	0.775	0.813	0.860	0.902	0.898
紅 茶 *2	0.751	0.785	0.831	0.871	0.869

\*1 レモン30g/ 紅茶5g/500ml×1/100

\*2 紅茶5g/500ml×1/100

第2図, 第2表よりわかる様に, 272nmで吸光度のピークが認められ, 浸出時間の経過と共に吸光度は増し, 「16分」経過後は横ばいの状態を示す。なお各時間共, レモン添加紅茶の方がいずれも高い値を示している。

#### 3-2 レモン添加量を変え浸出温度及び時間を一定にした時の紫外部における吸光度の変化

試料は前述2-1(2)の様に調製し, レモンの添加量を変えた。(浸出温度90°C)

第3表 レモン添加量を変えた時の紫外部吸収スペクトルの吸光度のピーク値

レモン添加量g	0	30	60	120
吸 光 度 (272nm)	0.504	0.513	0.516	0.512

(レモン添加量…g/紅茶5g/500ml×1/100)

いずれの場合も272nmにおいてピークが認められた。この波長における吸光度はレモン添加量30～120gの間では大きな差異はみられず無添加に比べ, いずれの場合も若干(約2.0%)増加している。

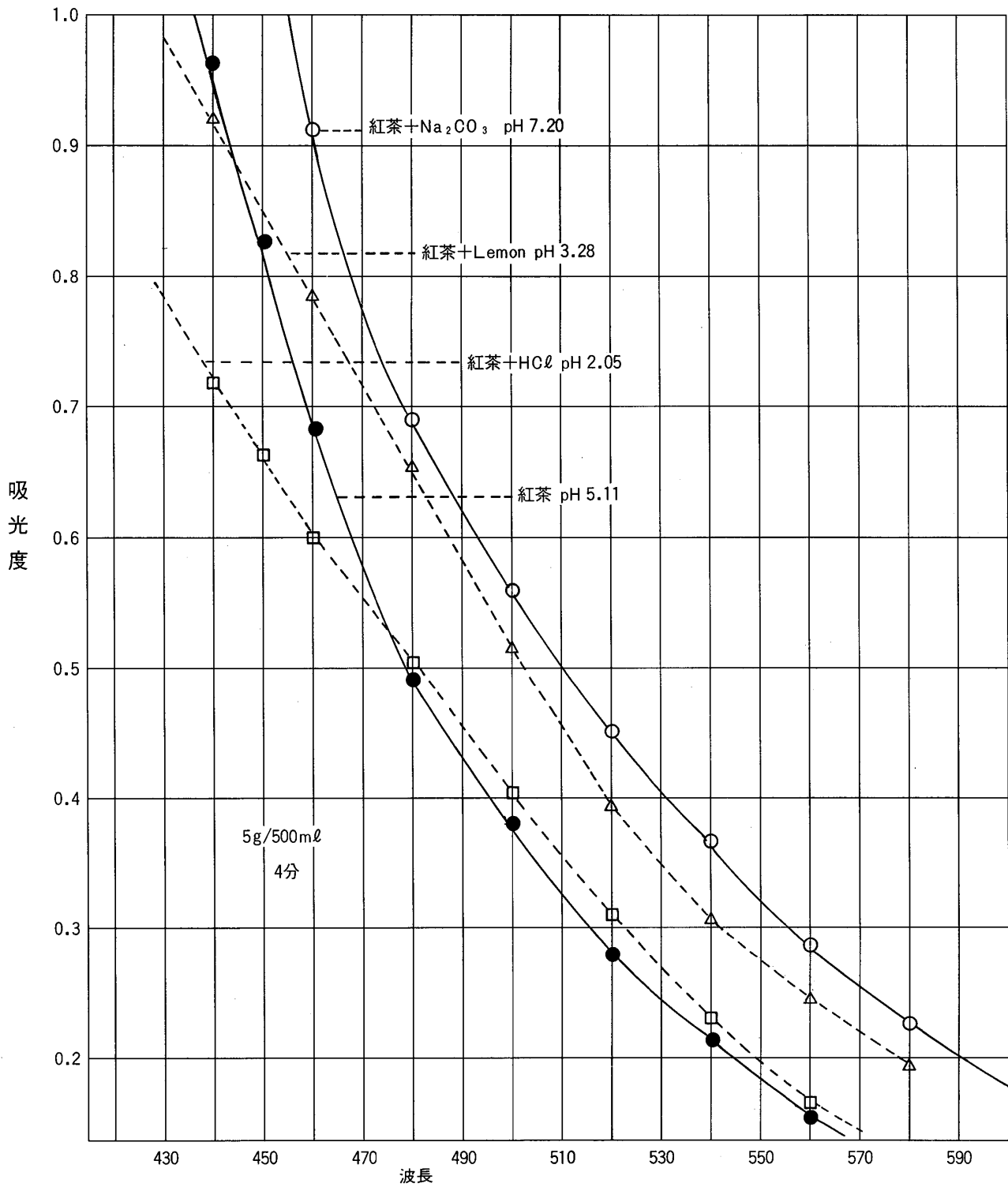
(注) 浸出温度が異なるため吸光度も変る。

#### 3-3 pHを変え, 浸出時間を一定にした時の可視紫外部吸収スペクトル

試料は前述2-1(1)の様に調製し, 酸, アルカリを添加してpHを変えた。(浸出時間: 4分間)

##### 1) 可視部吸収スペクトルにおけるpHの影響

第3図よりわかる様に450～470nm前後において, 紅茶の吸収スペクトルのカーブと塩酸添加及びレモン添加紅茶のカーブは交わるが, 炭酸ソーダ添加紅茶のカーブとは交わらない。(この場合の色調はpHが低くなると深く〈淡く〉なり, 高くなると浅く〈濃く〉なった。)



第3図 可視部吸収スペクトルに於けるpHの影響

## 2) 紫外部吸収スペクトルにおけるpHの影響

第4図よりわかる様に、いずれの場合も272nmにおいてピークが認められた。更にpHが低くなるに従って吸光度は高くなり、逆にpHが高くなると吸光度は低くなることが認められた。

### 3-4 紫外部272nmにおける吸収スペクトルのピーク

272nmにおけるピークが何に由来するかに関し、この波長の吸光度は「ポリフェノール系物質」の存在を示すものであり、タンニン系物質の存在の影響でないかと推定される。ここに前述の実験方法2-2(3)に基づいて、タンニンに関する定性試験を行った。

試料は前述2-1(1)の様に調製した。

第4表 タンニンの定性分析結果

	添加試薬	添加後の状況
1	重クロム酸カリ	黒褐色の沈澱
2	石灰水	淡褐色の沈澱
3	鉄明礬	暗緑青色の沈澱
4	塩化第二鉄	黒褐色の沈澱

第4表、第5図の結果から定性的にタンニン系物質の存在が認められた。

なお上記供試紅茶浸出液の吸収スペクトルは272nmにおいてピークが認められ、吸光度は0.632であった。

タンニン系物質の主要構成成分であるタンニン酸の吸収スペクトルを調べた結果272nm附近で吸収ピークが認められた。

これらのことより272nmにおける吸収ピークはタンニン系物質に由来することがわかる。

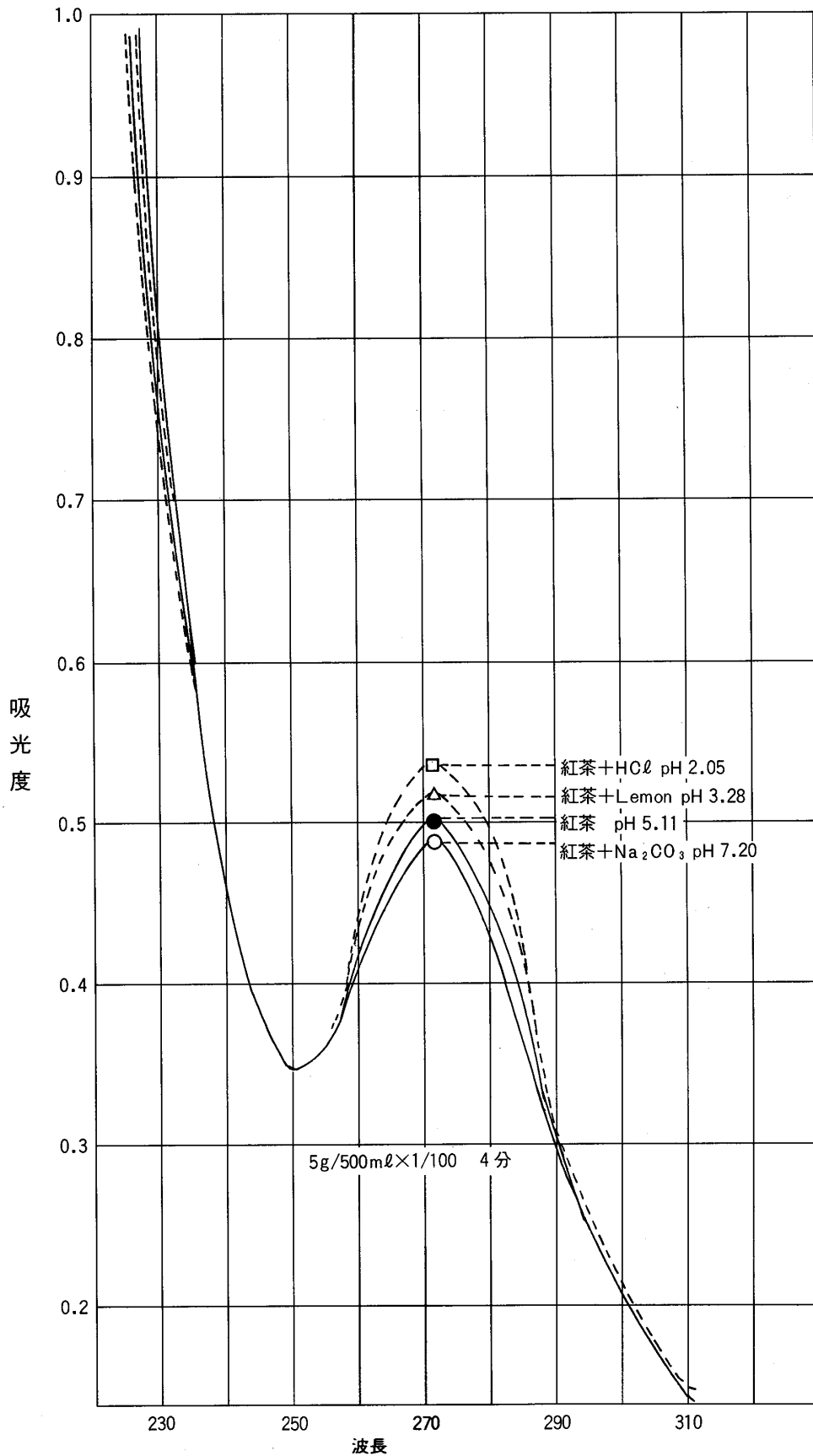
市販の他の紅茶(トワイニング; キーン マリー) に関して行った実験結果でも同じく272nmにおいてピークが認められた。

### 3-5 紅茶にレモンを添加した場合の視覚による色調の変化

紅茶にレモンを添加すると色は淡くなり、紅褐色から淡黄褐色に変る。またpHを測定すると無添加に比して低くなっており酸性側にあることを示している。

これらについては既に香川<sup>(25)</sup>、大鹿<sup>(26)</sup>、及び山西<sup>(27)</sup>、更に山崎、島田<sup>(12)</sup>等によって示されている通りである。

ここに塩酸、酢酸、レモン(boil済)、レモン(生)、重曹、苛性ソーダをそれぞれ添加した場合の色調とpHの関係を検討した。



第4図 紫外外部吸収スペクトルに於けるpHの影響

試料は前述2-1(1)の「2分」間浸出したものを標準とした。

第5表 紅茶に酸、アルカリを添加した場合の色調とpH

添加物	塩酸	酢酸	レモン (boil)	レモン (生)	無添加	重曹	苛性 ソーダ
色調		深 (淡)			標準	浅 (濃)	
PH	1.18	2.50	2.44	2.44	5.23	8.17	12.36

(添加物 /紅茶 5g/500ml)

(注) レモン (boil済) は酵素の影響を除去するために行った。

第6図よりわかる様に、色調はpHが酸性側に進む程深く(淡く)なり、淡黄褐色を示し、アルカリ性側に進む程浅く(濃く)なり、濃紅褐色ないし黒紅褐色を示す様になる。

#### 4. 要 約

- 1) 紅茶及びレモン添加紅茶に関し、浸出時間を変えた液について、pH、可視紫外部吸収スペクトルを測定した結果、いずれの場合においても、pHはレモンを添加すると低下する。可視部吸収スペクトルのピークは認められず450~470nmで両者のカーブは交わり、この波長より大きい範囲でレモン添加の方が高い吸光度を示す。紫外部200~380nmではいずれも272nmにおいてピークが認められ、浸出時間が長くなるに従ってピークも順次高くなり一定の値で横ばいを示す。また各時間共、レモン添加紅茶の方が高い値を示している。
- 2) レモン添加量を変えた場合、いずれも272nmで吸収スペクトルのピークが認められた。ピークの高さは添加量の多少に関係なくほぼ一定で、無添加に比しいずれも若干高い値を示した。
- 3) pHを変え浸出時間を一定にした場合、可視部吸収スペクトルでは450~470nmにおいて紅茶浸出液の吸光度カーブと塩酸添加及びレモン添加浸出液の吸光度カーブとは交わるが炭酸ソーダ添加浸出液の吸光度カーブとは交わらない。紫外部吸収スペクトルでは272nmにおいて何れも吸光度のピークが認められ、pHが低くなるに従って吸光度は高くなり、逆にpHが高くなるに従って吸光度は低くなる。
- 4) 紫外部272nmに認められたピークはタンニン酸のピークとほぼ一致したことからタンニン系物質に由来するものと結論した。



5) 視覚による色調に関しては、pHが低くなると一見色が淡くなる様に見えるが、1)の吸収スペクトルから見ると、pHの低下とともに吸収は460nm以上ではやや強く、以下では弱くなる(深色効果)。しかしNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>添加によりpHを高くすると、400~460nm程度の領域では全体として吸収は強くなって、視覚色は非常に濃くなりアルカリ側より酸側までのpHの変化による吸収の変化は単なる解離平衡では説明出来ない。レモン添加による視覚色は吸収の減少により淡くなると同時に赤→黄の方向の変化がみられるはずで、実際よく眺めてみると確かに黄色がかっていることが観察される。つまりpHの低下により色はやや淡くなると同時に黄色がかってくるのである。

紅茶の飲用に際し、レモンを添加することにより、滋味物質であるタンニンが短時間に浸出してくることと、レモンのフレーバーの良さとの相乗効果により、レモンティが好まれるゆえんであろう。

なお本研究を行うに当り、有益なご助言、激励を頂いた京大木材研究所越島教授、京大食糧科学研究所安本教授、並びに奈良女子大学家政学部長谷川教授に厚くお礼申し上げます。

また本実験に際し、研究上のご教示、並びに実際のご便宜を賜った京大木材研究所前川助教授に深くお礼申し上げます。

本研究は昭和60年7月6日、奈良文化会館における日本調理科学会近畿支部第12回研究発表会において発表した。

#### 文 献

- 1) 大島康義, 中林郁郎ほか: 農化, **28**, 264 (1954)
- 2) 大島康義, 中林郁郎ほか: 農化, **28**, 269 (1954)
- 3) 井上吉之監修: 日本食品事典, 医歯薬出版, 374 (1976)
- 4) 中川致之: 食の科学, **28**, 56 (1976)
- 5) 中川致之: 食品工誌, **16**, 266 (1969)
- 6) 竹尾忠一ほか: 食品工誌, **19**, 406 (1972)
- 7) 竹尾忠一ほか: 食品工誌, **19**, 413 (1972)
- 8) 竹尾忠一ほか: 食品工誌, **19**, 410 (1972)
- 9) 竹尾忠一ほか: 食品工誌, **20**, 463 (1973)
- 10) 講談社出版研: 食品科学大辞典, 講談社, 236 (1981)
- 11) 加藤みゆき, 竹尾忠一ほか: 日本家政学会第35回研究発表要旨, 食物11 (1983)
- 12) 山崎清子, 島田キミエ: 調理と理論, 東京同文書院, 452 (1983)
- 13) 山西貞: 新調理科学講座 6, 朝倉書店, 159 (1978)

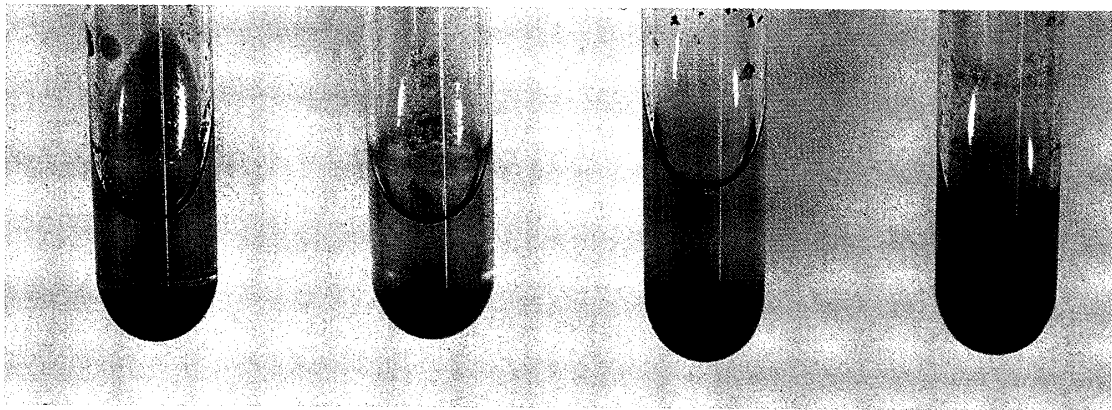
- 14) 元山正：調理科学，光生館，551（1984）
- 15) E. A. H. Roberts & D. J. Wood：Biochem, J. **49**, 41（1951）
- 16) 中林敏郎，木村進ほか：食品の変色とその化学，光琳書院，99（1967）
- 17) Yoshinori Takino：Agr Biol chem. **28**, 125（1964）
- 18) Yoshinori Takino：Agr Biol chem, **28**, 255（1964）
- 19) Yoshinori Takino：Agr Biol chem, **28**, 64（1964）
- 20) 井上吉之監修：日本食品事典，医止薬出版，326（1976）
- 21) 近畿調理研究会：調理基礎編，峯書房，113（1984）
- 22) 桑原穆夫：食の科学，**28**, 75（1976）
- 23) 分析化学辞典編集委員会：分析化学辞典，共立出版，1130（1971）
- 24) 梶田武俊，長谷川千鶴ほか：食品工誌，**11**, 429（1964）
- 25) 香川綾，大鹿淳子ほか：食物のぎもん，女子栄養短大出版局，259（1960）
- 26) 大鹿淳子：栄養と料理，女子栄養短大出版局，**10**, 100（1954）
- 27) 調理科学研究会：調理科学，光生館，417（1984）

重クロム酸カリ

石灰水

鉄明礬

塩化第二鉄



第5図 タンニンの定性分析写真

塩酸

酢酸

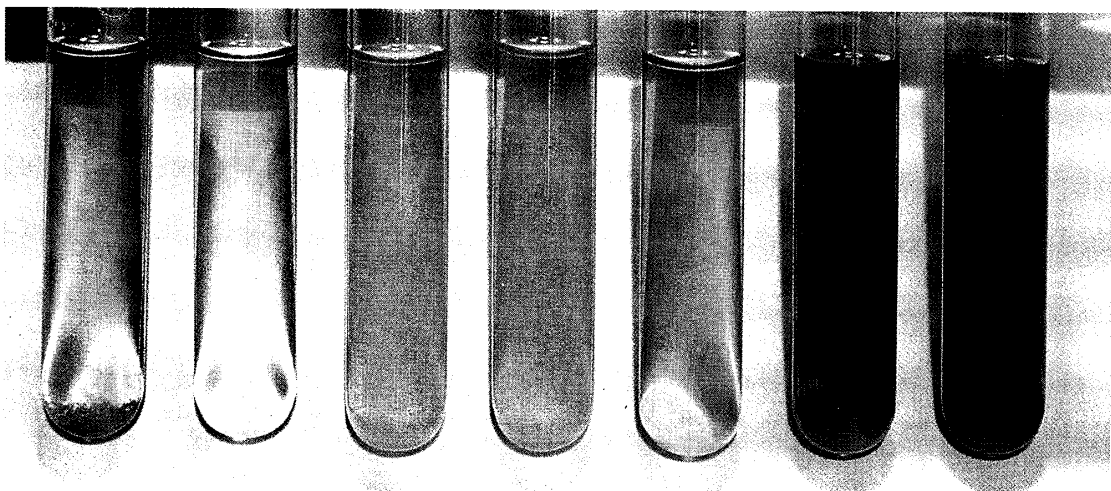
レモン  
(ボイル)

レモン  
(生)

紅茶のみ

重曹

苛性ソーダ



第6図 紅茶に酸・アルカリを添加した時の色調の変化