

## 健康茶の官能評価と重金属類に関する研究

奥田 弘 枝, 石見 百 江, 桑 本 融

(1998年10月9日 受理)

### Sensory Evaluation and Heavy Metal Presence in Health-teas

Hiroe OKUDA, Momoe IWAMI, Tooru KUWAMOTO

#### Abstract

Recent interest in health-related products has put many new kinds of health-teas on the market. These health-teas are not really teas. In other words, botanically, they are made from plants which are different from conventional tea and they are drunk as a substitute for tea. It is rare that we find research on health-teas, either in Japan or overseas. Therefore, we conducted a survey on the health-tea boom. For the survey we chose five kinds of health-teas currently on the market and carried out sensory tests and qualitative analysis for heavy metals in the teas. The results are as follows:

1. We conducted a survey of six kinds of teas, including *sen-cha*, *hiyama-cha*, *koki-cha*, *kuko-cha*, Rooi-Bos tea and *kakinoha-cha* using female students between the ages of 18 and 22. Most of the participants in the survey responded that they had known about the various health-teas through the mass media and were interested in them. However, they had only tried them a few times. Many students answered they had drunk the tea for health-related reasons.
2. Results of the sensory tests for taste, color, aroma and general characteristics for sixty-six female students between the ages of 18 and 22 revealed that the most popular was *sen-cha*, chosen for color, aroma and general characteristics. Rooi-Bos tea was the least popular, falling at the bottom of the list in all aspects as regards taste, aroma and general characteristics, the only exception being color valuation.
3. Results of the qualitative analysis of the six kinds of tea leaves show that manganese (Mn), nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), tin (Sn), rubidium (Rb) and barium (Ba) were detected in each. In addition, lead (Pb) was detected in five kinds of health-teas with the exception of *hiyama-cha*. Indium (In) was detected in five with the exception of *koki-cha*.

**Keywords:** Health-teas 健康茶, Sensory evaluation 官能評価, qualitative analysis 定性分析, Heavy metals 重金属

#### I 緒 言

茶の成分の有効性については、カテキンの効能としてガンや血圧上昇の抑制、抗酸化作用、抗

菌作用があると言われている。また、カフェインの効能として、覚醒作用、利尿作用等があることはよく知られている。また、最近の研究では、胃炎や胃潰瘍の隠れた原因として注目されている細菌のヘリコバクター・ピロリの除菌に、緑茶に多く含まれるポリフェノールのうち、エピガロカテキンガレート (EGCG) が有効なことが報告されている<sup>1,2)</sup>。

このような研究報告を背景に、アメリカの国立がん研究所を中心に始まった、がん予防に食品成分がどのような機能を果たすかについての解明を目的とした「デザイナーフーズ・プログラム」では、緑茶、紅茶、ウーロン茶等のいずれもが、デザイナーフーズ・リストにあげられている。

近年の健康志向から、市場には数多くの健康茶が出回っている。これらの健康茶は「茶でない茶」つまり、植物学的には従来の茶とは異なる植物群の植物から製造し、茶のように代用するもののことを称している。

健康茶についての研究報告は、国内、国外を通じて余り見当たらない。そこで、健康茶に対する意識調査を行い、この調査に基づいて市販されている4種類の健康茶に檜山茶を加え、宇治産の煎茶をコントロールとして、官能評価と重金属類の定性分析を行ったので報告する。

## II 調査方法および実験方法

### 1. 意識調査方法

#### (1) 意識調査対象および調査時期

広島女学院大学の女子学生 (18~22歳) 90名を調査対象とした。調査時期は1996年(平成8年)7月に質問紙法により調査を行った。

#### (2) 意識調査内容

予備調査として、1995年(平成7年)11月の広島女学院大学大学祭に来校した89名(平均年齢36歳)を対象に、健康茶に対する意識調査と、市販の健康茶の抽出液を供して、味覚調査を行った。その結果、関心を持たれた檜山茶、黄杞茶、枸杞茶、ルイボスティー、柿の葉茶の5種類に、対照として煎茶を加えた6種類を調査対象とした。調査票は、11の質問項目を設け、記述方式とした。

### 2. 官能評価の方法

#### (1) 評価対象および評価時期

広島女学院大学の女子学生 (18~22歳) 66名を対象とした。

評価時期は、1996年(平成8年)7月の2日間行った。

## (2) 健康茶の抽出液の調整方法

前述の予備調査の結果から、表1の4種類の健康茶と2種類の煎茶について、それぞれ表示された方法に従って抽出した茶の抽出液を官能評価に供した。

## 3. 健康茶抽出液の色調実験

## (1) 実験材料

表1の方法で抽出した4種類の健康茶と2種類の煎茶の茶抽出液を用いた。

## (2) 実験方法

表1の方法で抽出した抽出液を200 ml容のビーカーにそれぞれ200 ml加えて、約20分間室

表1 茶の抽出方法

種類	水分含有量 (%)	産地と発売元	重量 (g)	抽出方法	抽出液の濃度 (%)
煎茶	3.5	京都市宇治産 (京都福寿園)	6	2ℓ入りのアルミ製のやかん（以下全ての作成に使用）で湯を沸かし、200 ccの熱湯（98℃）を急須に注いで40秒間室温に放置した。	3
檜山茶	3.2	秋田県能代市檜山産 (梶原製茶園)	6	やかんで湯を沸かし、200 ccの熱湯（98℃）を急須に注いで40秒間室温に放置した。	3
黄杞茶	2.5	中国（広東省）産 (丸善製茶株式会社)	3	やかんに1000 ccの水を入れ沸騰させ、それに茶パックを入れ火を消して、3分間放置した。	0.3
枸杞茶	10.5	中国産（ウチダ和漢薬株式会社）	10	やかんに1000 ccの水を入れ、さらにそれに茶パックを投入し、とろ火で15分間煮出した。	1
ルイボスティー	8.3	南アフリカ産（P&N 吉岡食品株式会社）	3	やかんに1000 ccの水を入れ、それに茶パックを入れ火を消して15分間放置した。	0.3
柿の葉茶	9.0	韓国産 (新日本漢方株式会社)	5	やかんに800 ccの水を入れ沸騰させ、それに茶パックを入れて10分間煮出した。	0.25

温で放冷した。

MINOLTA 色彩色差計 CT-310 を用いて、蒸留水をブランクとし、放冷した 6 種類の茶の抽出液の L (明度), a, b (色度) を測定した。なお、各抽出液の測定は 7 回の繰り返し実験を行った。

#### 4. 健康茶葉の水分の定量

##### (1) 実験材料

表 1 の 4 種類の健康茶と 2 種類の煎茶の茶葉を実験材料とした。

##### (2) 実験方法

水分の定量方法は、常圧加熱乾燥法<sup>3)</sup> によった。

実験結果は、表 1 に記した。

#### 5. 健康茶の重金属類定性分析

(1) 4. (1) の水分定量に用いたものと同様の 6 種類の実験材料を用いた。

##### (2) 実験方法

6 種類の実験材料をそれぞれセラミック製の鉢で細かく刻み、0.5 g 秤量した。これを加圧分解器ユニシール (洗浄は、硝酸に 18 時間浸漬し、蒸留水で洗浄後、110°C の恒温乾燥機で 2 時間乾燥) にとり、110°C の恒温乾燥機で 7 時間乾燥させ、これに硝酸を 2 ml 加え、150°C のマッフル炉で 10~20 時間加熱溶解した。

加熱溶解した試料をセラミックピーカーにリンスしながら移し、180°C のホットプレート上で 5~6 分加熱して、約 1 ml になる迄加熱濃縮した。

濃縮試料を 100 ml メスフラスコに移し、100 ml に定容したものを測定用試料とした。これらをさらに 1000 倍に希釈して、ICP-MS 発光分析計で定性分析を行った。

### Ⅲ 調査および実験結果と考察

#### 1. 健康茶に関する意識調査

日常よく飲用されている煎茶 (宇治産) と 4 種類の健康茶および檜山茶の意識調査を行ったところ、表 2 のような結果が得られた。

茶の既知率は、煎茶 > ルイボスティー > 黄杞茶 > 柿の葉茶 > 枸杞茶 > 檜山茶の順に高かった。

煎茶の既知率は 99% で最もポピュラーな嗜好飲料と言える。日本の歴史上「茶」の文字が最初に記録されたのは天平元年 (729) で、中国風の団茶が我国における最初の茶の飲用と言われている<sup>2,4)</sup>。現在、我国で広く飲用されている煎茶は、江戸時代の天平 3 年に山城国湯谷村の茶

表2 健康茶・煎茶の意識調査

単位：%

質問項目	茶の種類	煎茶(宇治)	檜山(北限)茶	黄杞茶	枸杞茶	ルイボスティー	柿の葉茶
既知率		99	3	76	25	82	50
情報源							
家族		67				40	20
知人					10	17	14
雑誌			33		25	13	20
新聞							2
テレビ				87	5		16
店員					5	13	
薬局		1			25	9	12
人からもらった		5			5	9	5
その他		27	33		25		12
飲用経験あり		94	0	13	2	71	10
飲用理由							
健康維持		6		20		8	25
病気に効く						2	13
痩せるため		1		10		6	
美容上(肌に良い)		3		10			
嗜好に合う		50		17		6	
飲用理由なし						78	
その他		40		45			
飲用期間							
2年以上		80				15	
1年以内		4		20		23	
半年以内		8		10		23	7
1ヶ月以内		8		50		40	14
1回のみ				10	100		21
分からない							60
飲用効果							
有り		5				8	
無し		8					
分からない		86				92	
味が良い		51		25		20	13
やや良い		8		17		14	
普通		36		35		40	37
やや悪い		1		8		7	25
悪い				8		13	
分からない		1			100		25
香りが良い		38		20		14	
やや良い		18		20		7	
普通		42		60		50	25
やや悪い							13
悪い							
分からない		3			100		63
色が良い		47		17		20	
やや良い		30		25		27	44
普通		20		50		33	11
やや悪い		1				13	11
悪い							
分からない		1		8	100	7	
茶の価格が高い		13		8		13	
普通		43		38		27	25
安い		6		15			
分からない		38		38	100	60	75

n = 90 (18歳~22歳の女子学生)

(情報源以下の項目はそれぞれの茶の既知率を100とした)

業家永谷宗円によって蒸し製煎茶の製法が考案され、宇治の煎茶が江戸の民衆へと次第に浸透していったが、一般の人達に普及したのは明治時代になってからである。

煎茶の情報源（何で知ったか）は、身近な家族からが、約70%で最も高かった。このことから、現在は煎茶が各家庭にしっかり定着していることを示している。

2番目に既知率の高いのはルイボスティー（82%）で、情報源は、家族・知人からが60%であった。ルイボスティーの原産地は南アフリカで、マメ科の植物の一種を原料とした発酵茶である。南アフリカでは食欲増進、消化不良の改善、イライラを抑えて睡眠を深くすることや便秘の改善等の効能が言われ、古くから、「不老長寿の飲物」「さまざまな病気に効く茶」としてホットントット族やバンツール族等の原住民の間で語り継がれ、日本における緑茶のように飲用されてきた<sup>5)</sup>。今世紀初めにヨーロッパに紹介され、現在では欧米をはじめ、日本にも輸出されている。現在ルイボスティーの薬効で最も注目されているのは抗酸化作用である。成分的な特徴としては、SOD（活性酸素除去酵素）作用の機能を持つフラボノイドやケセルチンの成分を多量に含有している。タンニンは少量含有しているが、カフェインを含まず、鉄、銅、亜鉛、マンガンの生体微量元素を大量に含有している<sup>5,6,7)</sup>。

飲用経験は煎茶（94%）について高かったが（71%）、こうした薬効が謳われているにもかかわらず、健康維持や病気に効くことを期待したものは10%に過ぎず、飲用理由なしが約80%を占めた。

3番目に既知率の高いのは黄杞茶（76%）であった。情報源として特徴的なのは、テレビで知ったが87%を占めており、メディアの力が非常に強いことを示している。しかし、飲用経験は13%に過ぎなかった。黄杞はクルミ科の植物で、中国南部と西南部に分布し、加熱乾燥すると甘くなることから、広東省では甘茶とも呼ばれてきた。民間薬として疝気腹痛、感冒の発熱時に用いられてきた。成分的な特徴としては、ヒドロフラボノール配糖体のアスチルビンを乾燥葉中4～6%という高含有量で存在しており、フラボノイドも約7%含有している。カフェインは含まず、カルシウム、亜鉛、鉄、カリウム、マグネシウム等生体に必要なミネラルが豊富で、特に味覚障害、成長障害等の欠乏症が問題になっている亜鉛の含有が多いのが特徴である。

薬効作用としては抗酸化作用、癌予防作用、抗アレルギー作用、血清脂質低下作用、糖尿病合併症の予防作用等、様々な効果が期待されている<sup>8,9,10)</sup>。こうした薬効が期待されているためか、飲用理由として健康維持が20%と、柿の葉茶に次いで高かった。

柿の葉茶の既知率は50%であったが、飲用経験は10%に過ぎなかった。柿はカキノキ科の双子葉植物で中国原産である。柿葉を乾燥させて作った柿の葉茶は、糖質、タンニン、トリテルペノイドやビタミンCを豊富に含み、昔から酔いざましや民間薬<sup>11)</sup>として、あるいは高血圧症、動脈硬化症の生活習慣病予防効果や鎮咳効果があるとされてきた<sup>7,11,12,13)</sup>。飲用理由は、健康維

持・病気に効くが38%で、健康茶の中では最も薬効を期待して飲用する割合が高かった。

枸杞茶の既知率は25%に過ぎなかった。情報源は雑誌と薬局がそれぞれ25%で、特に薬局からの情報が他に比べて高いのが特徴的であった。枸杞はナス科の落葉低木で漢方材料としてよく知られており、古くから老化防止、強壯、疲労回復等の薬効が謳われてきた。1963年頃日本でブームを呼び、「葉を干して煎じて飲むと血圧が下がる」とか、「実と葉と茎を一緒に細かく切って煎じて飲むと糖尿に効く」等と言われ、これを実行した人が多かった。茶として飲用される枸杞茶には、ベタイン、フラボノイド配糖体（ルチン）、ビタミンC等が含まれている。豊富に含まれているルチンは毛細血管の老化、脳卒中や脳血栓および心筋梗塞などの予防・改善に効果を発揮し、血管壁を軟らかくする働きがあると言われている<sup>7,11,12,14,15,16</sup>。しかし、飲用経験が僅か2%に過ぎないこともあって、具体的な飲用理由は挙げられていなかった。

檜山茶は、既知率が最も低く、僅か3%に過ぎなかった。その情報源は雑誌で、飲用経験は0%であった。檜山茶は緑茶の生産地としては世界最北端の地域である秋田県能代市檜山で生産される緑茶で、「北限の茶」と呼ばれている。檜山茶は機械茶ではなく、手摘み、手揉みによる製茶法、つまり、宇治系統の技術を伝えていることに大きな意義があると言われている<sup>17,18,19</sup>。

飲用期間が長い（2年以上）のは、煎茶（80%）とルイボスティー（15%）で、黄杞茶は1年～半年以内が30%あり、1カ月以内が50%であった。枸杞茶は飲用経験者（2%）の全員が1回のみ飲用であった。従って、味、香、色、値段の項目については、分からないという回答であった。飲用効果ありと回答したのは、ルイボスティーの8%と、煎茶の5%に過ぎなかった。

茶の味が良い・やや良いのは、煎茶>黄杞茶>ルイボスティー>柿の葉茶の順であった。

香りが良い・やや良いのは、煎茶>黄杞茶>ルイボスティーの順で、色が良い・やや良いのは、煎茶>ルイボスティー>黄杞茶>柿の葉茶の順であった。

煎茶の飲用理由は、50%が嗜好に合うからを挙げており、味、香り、色について約60%～80%が良い印象を持っていた。

味、香りが良い茶として、煎茶に次いで黄杞茶が高く評価（約40%）されていた。これは、黄杞茶がわずかに甘く、口当たり、喉越しの良いことを特徴としている<sup>9</sup>ことから、これらの点が評価されているものと推察される。

色については、煎茶に次いでルイボスティーが約50%の人に良い・やや良いと評価された。ルイボスティーの茶汁の色は澄んだ赤色をしており、これが抵抗なく受け入れられているものと考えられる。

茶の価格については約10%が煎茶、ルイボスティー、黄杞茶を高価と答えた。しかし、黄杞茶については約20%が安価と答えている者も有り、メーカーによる違いや、製品の品質によっても価格が異なるためと考えられる。

## 2. 健康茶抽出液の官能評価

日常よく飲まれている煎茶（宇治産）をコントロールとして、前述の4種類の健康茶に檜山茶（能代市檜山産）を加えた6種類の茶に対して官能評価（味，色，香り，総合評価）を行った。檜山茶は分類上、煎茶と同じ緑茶に属するが、農薬を一切使用していない手摘み、手揉みの茶として比較検討を行った。

評価方法は、好ましい（+2）、やや好ましい（+1）、普通（0）、やや好ましくない（-1）、好ましくない（-2）の5段階尺度の評価法を行った。

### (1) 味の評価

味の評点数は、煎茶 +54、檜山茶 -5、黄杞茶 -12、柿の葉茶 -31、枸杞茶 -32、ルイボスティー -66 という結果であった。やはり日頃飲み慣れている煎茶が嗜好的に最も好まれた（図1）。

味の検査結果（表3）は、煎茶、枸杞茶、ルイボスティー、および、柿の葉茶に0.5%の危険

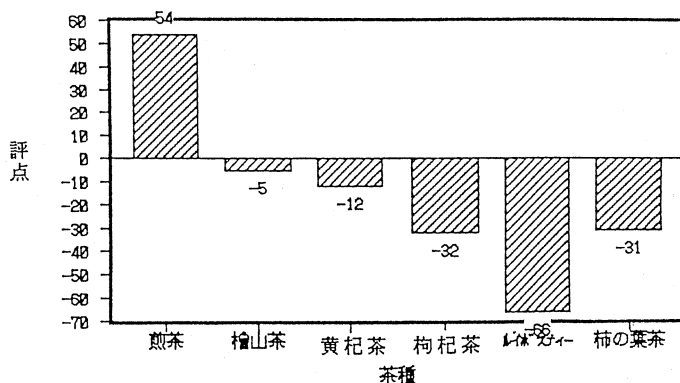


図1 味の評価

率で有意差が見られた。

旨い煎茶と称せられるものの味は各種の味成分のハーモニーによるものであろうと考えられるが、苦味、渋味の75%程度はタンニン、特にカテキンに依存すること、旨味、甘味の70%程度がアミノ酸に依存し、甘味は糖の影響が大きいことが報告されている<sup>20,21)</sup>。また、カフェインは苦味と爽快感が関係しており<sup>22)</sup>、旨いと感じる茶はこれらが適当に溶け合った調和味と考えられる。そこで、今回6種類の茶の中では最も好ま

表3 味の検定結果

	-	+	合計	検定
煎茶	9	43	52	*
檜山茶	28	27	55	
黄杞茶	32	21	53	
枸杞茶	36	14	50	*
ルイボスティー	48	11	59	*
柿の葉茶	37	13	50	*

\* 有意水準0.5%



しくないと評価されたルイボスティーの成分を煎茶と比較したところ、ルイボスティーは、旨味の成分であるアミノ酸の定量分析がまだなされておらず、煎茶は76.37 mg%であった。また、苦味成分であるカフェインは、ルイボスティーでは検出されておらず、煎茶は3.04%であったが、渋味成分であるタンニンルイボスティーには8.25%、煎茶には14.52%含有されていた。このようにルイボスティーと煎茶では味成分の含有量に違いがみられた。また、カフェインはルイボスティーには検出されていない事から、カフェインの存在が成分の味を引き立てているものと推察される。煎茶はルイボスティーに比べ、タンニンの含有量が多いが、遊離型カテキン<sup>22, 23, 24, 25)</sup>が温和な苦味を呈しており、他の味成分との微妙なバランスが茶の味を大きく左右しているものと考えられる。

煎茶と檜山茶を比較してみると、同じ緑茶の系統ではあるが、檜山茶は評点数の合計がマイナス(-)となった。そこで、茶特有の風味はそれぞれの茶葉の味成分の含有量の違いに関連性が有るのではないかと推察されることから、両者の成分含有量<sup>17, 18, 26)</sup>の比較を行った。煎茶のアミノ酸量は76.37 mg%、檜山茶は105.6 mg%であった。檜山茶の全アミノ酸量が煎茶に比べて1.5倍多いのは味に違いがあることに関連性があるのではないかと推察される。また、カテキン量は、煎茶が16.76 mg%、檜山茶は15.26 mg%で、糖含量は煎茶が10.1 mg%、檜山茶が6.1 mg%であった。

檜山茶の評点数の合計はマイナス(-)ではあったが、他の健康茶に比べてそれほど高い数値ではなかった。これは日頃飲み慣れている煎茶に類似した味であったこと、また、煎茶とは違った独特の風味が、個人の嗜好に合うか否かが評点に影響したものと推察される。

黄杞茶には、ジヒドロフラボノール配糖体(フラボノイドの一種)が豊富に含まれていることから<sup>9)</sup>、わずかに甘く、口当たりのよいのが特徴である。このジヒドロフラボノール類は、限られた植物にしか見出しされておらず、黄杞茶のように配糖体として、しかも高含有量で存在している例は他にない。また、糖質も46.1%含まれていることから、他の健康茶に比べれば比較的飲み易いという評価が得られたものと考えられる。

枸杞茶は、一種独特の苦味を呈するが、旨味及び風味の豊富な飲料であり、グルタミン酸その他のアミノ酸類の含有量も比較的多く、またこれらのアミノ酸類の緩衝能におよぼす寄与率も極めて高く、枸杞茶の旨味はグルタミン酸を中心とするアミノ酸類が主体をなすものであらうと推測される。なお、枸杞茶の苦味成分は清涼感の高い物質であり、本質的にはポリオールであらうと報告<sup>27)</sup>されている。これらのことから、被験者らは、枸杞茶の旨味よりも苦味の方を感じとり本来その苦味は清涼感の高いものとされているが、嗜好に合わなかったために、マイナス(-)の結果が得られたものと推察される。

柿の葉茶は多少渋味を感じるが飲みやすい味であるとされている<sup>28)</sup>。柿の渋味は、エピカテキ

ン, エピガロカテキン及びこれらのガロイル化合物の結合したタンニンである<sup>29)</sup>。エピカテキン, エピガロカテキンは温和な苦味を呈し, 渋味はほとんどない遊離型カテキンである。従って, この多少の渋味が嗜好に合う人にとっては飲みやすい飲料であると言えるが, 大多数の人の嗜好に合致しなかったため, 今回のような結果が得られたと考えられる。

## (2) 色の評価

色の評点数(図2)は, 煎茶 +81, 檜山茶 +55, 柿の葉茶 +3, ルイボスティー -5, 枸杞茶 -7, 黄杞茶 -11であった。色についても, 煎茶, 檜山茶が好まれる傾向であったといえる。

茶葉には, 葉緑素(クロロフィル), カロチノイド, アントシアン, キサントフィル, フラボノール化合物などの色素が含まれており<sup>22,24)</sup>, 煎茶の色は水溶性フラボノイドとクロロフィルが水溶性になったもので, 緑色を帯びた明るい黄色をしている<sup>44)</sup>。

色の検定結果(表4)は, 煎茶, 檜山茶が, 0.5%の危険率で有意差がみられた。

また, 枸杞茶においては, 2.5%の危険率で有意差がみられた。

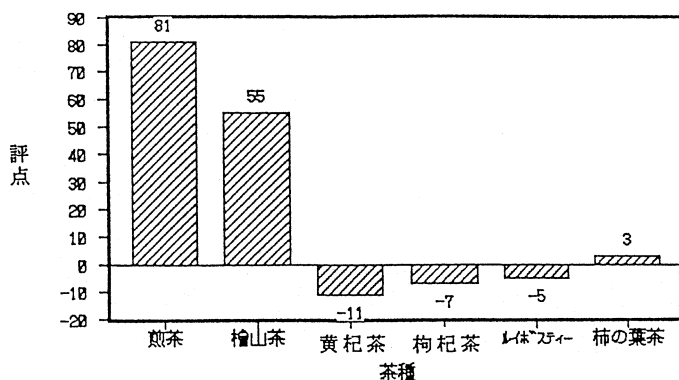


図2 色の評価

茶を入れた場合, 茶汁中にとけ出すのは主としてフラボノイド配糖体とタンニン酸化合物であるが, 中心となるのはフラボノイドである。これには, 6種類の配糖体が知られているが, そのうち, ケルセチン, ケンフェロール, ミリセチンは茶特有の物質である<sup>24)</sup>。

また, タンニンは元来無色な成分であるが, 製茶工程や貯蔵過程で変質するような条件が与えられると, タンニンが酸化して水色は茶褐色となる<sup>38)</sup>。

ルイボスティーは, その由来が“red bush tea”<sup>29)</sup>で

表4 色の検定結果

	-	+	合計	検定
煎茶	2	50	52	*
檜山茶	7	41	48	*
黄杞茶	23	15	38	
枸杞茶	23	16	39	***
ルイボスティー	27	13	40	
柿の葉茶	21	20	41	

\* 有意水準0.5% \*\*\* 有意水準2.5%

あることから想像できるように、美しい赤色に輝く飲料である<sup>7)</sup>が、この色素についての研究はまだなされていない。しかし、その色から、赤紫色のアントシアンがかなり含まれているものと考えられる。今回は嗜好テストを目的としていることから、日頃飲み慣れている緑茶の緑色あるいは緑黄色が好ましい色であると評価されるためか、ルイボスティーは、マイナス(-)の評点数であった。

茶の色は、茶葉の色素と密接に関連しており、黄杞茶についても、その抽出液が、薄く、明るい褐色であったため、前述と同様の理由が考えられる。

健康茶の色の評価値については、香りや味ほど、大きな値の違いは見られなかった。

### (3) 香りの評価

香りの評点数は煎茶 +100、檜山茶 +52、黄杞茶 -23、枸杞茶 -33、柿の葉茶 -40、ルイボスティー -73であった。香りについても、煎茶、檜山茶が好まれる傾向であった(図3)。

香りの検定結果(表5)は、煎茶、枸杞茶、柿の葉茶については、0.5%の危険率で有意差が

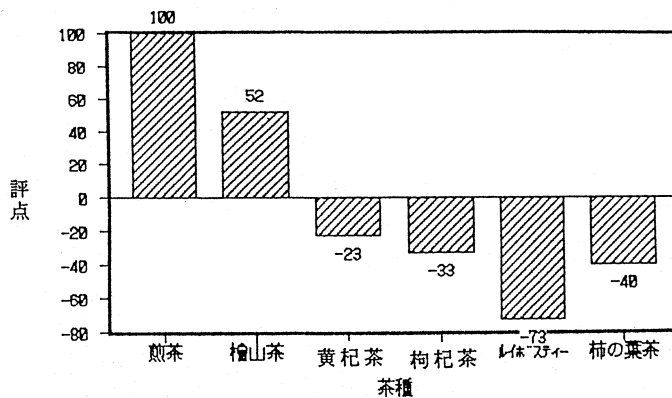


図3 香りの評価

あった。また、ルイボスティーは、1%の危険率で有意差があった。

茶の香りは、その精油成分によるもので、茶の成分としては、最も重要なものである。含量は、味成分の1/10000のオーダーであるが、化合物によってはppb濃度で含まれていても十分感じる事が出来る<sup>32)</sup>。香气成分として、20種類あまりのアルコール、アルデヒド、及びケトン類、有機酸、テンペン系化合物など300種類以上の成分が明らかになっている<sup>22,24)</sup>。これらの

表5 香りの検定結果

	-	+	合計	検定
煎茶	0	58	58	*
檜山茶	10	41	51	
黄杞茶	29	13	42	
枸杞茶	31	6	37	*
ルイボスティー	52	4	56	**
柿の葉茶	46	12	58	*

\* 有意水準0.5% \*\* 有意水準1%

成分が複雑に調和して茶のフレーバーは構成されている。山西によると、生葉には50弱の香気成分があるが、茶の製造加工中に生成し、緑茶には106の香気成分があるところを報告している<sup>22)</sup>。緑茶の香気成分はいずれも生葉に存在する物質をほとんど含んでいるが、その量的割合には違いがあり、シス-3-ヘキサノール（青葉の香り）とサルチル酸メチル（冬緑油）が著しく減少する。緑茶製造中にベンジルアセテートをはじめ、数種類の物質は増える傾向を示し、高沸点部に新しい物質が生成される。一般的に、製造中に青臭いにおいが減り、代わって重たい感じの緑茶の香りが生まれてくる<sup>22)</sup>。日本人に愛好される新茶の香りの特徴は、ヘキサノールのさわやかな香りであるが、多すぎると青臭くなる。新茶に湯を注ぐと立ち上がる香り（トップノート）の中に、ジメチルサルファイド、青葉アルコール、青葉アルデヒド-N-ヘキシルアルコールなどが含まれており、これも新茶の香りに何らかの関与をしている<sup>24,33)</sup>。茶の香りの構成（臭いによる組分け）については、若葉のさわやかな青香は、シス-3-ヘキサノール、ヘキサノールなど、スズランの軽く甘い花香は、リナロールなどでこれらは、主に高級煎茶に多く、木質系の匂いは、エピクペノールなどのセスキテルペノイド、4-ビニルフェノールなどのフェノール性物質、青苦い重い匂いは、緑茶的特徴を出す香成分であり、未知ではあるが、微量成分として煎茶での存在が認められている<sup>23)</sup>。

一口に同じ緑茶といってもその品質や製造工程などでそれぞれの茶に特有の香りが構成されているものと考えられる。従って、宇治産の煎茶と檜山茶についても、多くの成分は同じであろうが、その量的割合には違いがあり、また、特有の香りがあることも推察される。今回、檜山茶に比べ、宇治産の煎茶が好ましいとされたのは、何らかの特色のあるフレーバーを被験者が好んだものと考えられる。

また、ルイボスティーの香気成分では、122の化合物が同定されている<sup>34)</sup>。SDE法（水蒸気蒸留）で集めた香気と単に熱湯浸出液を抽出したものとから成分を認めた。特徴的なのは、正露丸臭を有する guaiacol がそれぞれ 9.22%, 9.81% といずれの香気でも高い濃度で含まれている。これは、薬効に関与しているのではないかと考えられている。SDEの方ではその他、花の香りを有する  $\beta$ -damascenone 等のケトン化合物と C<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>8</sub> 等の酸が特徴的であった。熱湯浸出したものでは、酸が脱水閉環したラクトン、即ち、桃の香りを有するラクトンが主要成分となっていた。いずれにせよ、*Camellia sinensis* に共通するものであった<sup>34)</sup>。これらのことから、ルイボスティーが6種類の茶の中で最も好ましくないという結果を得たのは、正露丸臭を高い濃度で含んでいるためではないかと推察される。

枸杞茶や柿の葉茶は、マイナス（-）の評価が得られたのは、これらの茶の香りが、日本人の好むいわゆる、新茶の香り、新鮮香といったものではなく、野草の香りといえるものであったからではないかと推察される。なお、黄杞茶、枸杞茶、柿の葉茶の香りの成分についての報

告はまだなされていない。

やはり、茶の香りとしては、日頃から飲み慣れている緑茶の香りが好まれるといえるが、それぞれの茶に、香りとしての特有物質が存在し、複雑に調和して茶のフレーバーを形成しているものと推測される。

#### (4) 総合評価

総合評価の評点数は煎茶 +69、檜山茶 +13、黄杞茶 -13、枸杞茶 -25、柿の葉茶 -31、ルイボスティー -59であった(図4)。

味、色、香りについての個々のデータはすべて煎茶及び檜山茶が好ましいというデータであったが、総合評価でもこれらと一致する結果となった。反対にルイボスティーの味、色、香りは、好ましくないというデータであったが、総合評価とも一致した(図4)。総合評価の検定結果(表6)は、煎茶、枸杞茶、ルイボスティー、柿の葉茶については、0.5%の危険率で有意差があった。

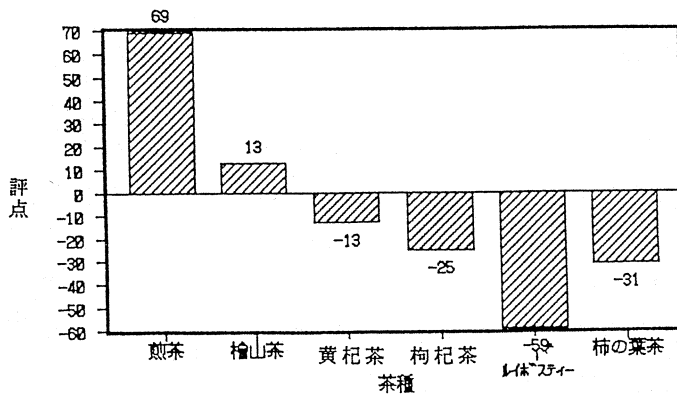


図4 総合評価

昔から民間薬として飲用されてきた枸杞茶や柿の葉茶にしる、黄杞茶やルイボスティーのような比較的新しい健康茶のいずれにしても日常生活の中で長く飲用されるためには味、色、香りなどが嗜好に合うものであって、さらに、飲み易いものでなくてはならない。その点、緑茶は昔からよく飲用されているため、慣れからくる嗜好もあるのではないかと推察され、嗜好的には民族的な食歴と個人的な食歴の影響があるものと考えられる。

表6 総合評価の検定結果

	-	+	合計	検定
煎茶	5	49	54	*
檜山茶	22	33	55	
黄杞茶	26	17	43	
枸杞茶	32	12	44	*
ルイボスティー	45	12	57	*
柿の葉茶	35	12	47	*

\* 有意水準0.5%

今回6種類の茶の官能評価を行ったが、茶は嗜好飲料であるため、個人こじんの好みで評価が異なるが、緑茶は、味、色、香り、総合評価の全ての項目において多くの人が好ましい飲料としていることがわかった。

### 3. 茶抽出液の色調

表1の方法で作成した茶抽出液をMINOLTA色彩色差計CT-310で測定し、表7の結果を得た。前述のように茶の抽出液の色は、香り、味とともにきわめて重要な品質判定の対象となることが分かった。そこで、6種類の茶の抽出液の肉眼による目測と色彩色差計による色の測定を行い、さらに官能評価を行った。

そこで、茶抽出液を肉眼で比較した場合、煎茶と檜山茶は、他の4種類の健康茶に比べて濃い緑色であった。また、煎茶の方が檜山茶に比べて緑色が濃かった。表7の測定結果からも、微妙に煎茶の-aの値が檜山茶よりも高く、緑の度合がより濃い事が明らかである。b値については煎茶の方が檜山茶よりも高く、黄色の度合いが高かった。

黄杞茶と枸杞茶に関しては、肉眼での比較(図5)ではほとんど差が見られなかった。色彩色差計による測定結果(表7, 図6)も値が非常に類似しており、両者とも黄色方向に傾いた茶色系統の色であった。

ルイボスティーは、他の5種類とは全く異なる色調で、肉眼では濃赤色を帯びたオレンジ色(図5)で、紅茶の浸出液の色に類似していた。表7及び図6の結果から、黄色の度合いが非常に強いことが分かった。

柿の葉茶は、肉眼では黄色がかった薄茶色(図5)で、黄杞茶と枸杞茶の色を薄くしたような色であった。表7, 図6の測定結果からは、肉眼と同様に黄色に起因する色素と、肉眼ではとらえることができなかった柿の葉茶の緑色に起因する色素が含まれていた。柿葉茶の色調についての報告<sup>35)</sup>では、産地の異なる市販の3試料を測定した結果、aの値が、-2.6(熊本県産)・-0.1(愛知県産・蒸製)・-3.4(高知県産・山柿)と違いが見られた。これらの3試料は産地の違いがはっきりしており、また、7月、9月、10月に採取した季節的変化のある柿葉茶を、乾燥法を変えて色調を測定し、比較した同報告<sup>35)</sup>のうち、蒸熱乾燥させた茶葉は、aの値が-0.8から-1.3の間で変動しており、産地、採取時期、製造工程における乾燥法の違いに

表7 健康茶抽出液の測色値

茶	L	a	b	c*
煎茶	90.0	-2.5	18.0	18.2
檜山茶	92.7	-2.2	13.4	13.6
黄杞茶	93.0	0.5	18.6	18.6
枸杞茶	91.5	0.9	19.5	19.5
ルイボスティー	82.1	9.4	57.4	58.2
柿の葉茶	91.6	-0.6	22.9	22.9

$$\text{彩度}(C^*) = \sqrt{(a)^2 + (b)^2}$$

L: 明度

a, b: 色相と彩度を示す色度

a: 赤方向

-a: 緑方向

b: 黄方向

-b: 青方向

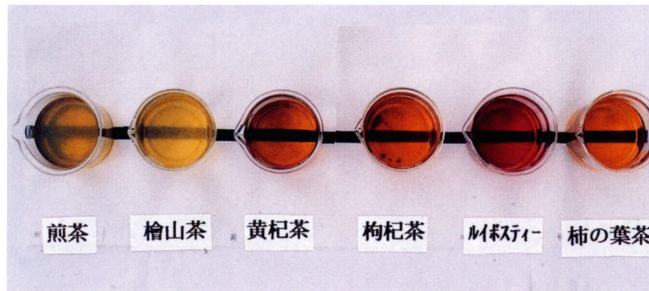


図5 茶抽出液の色調と濁度

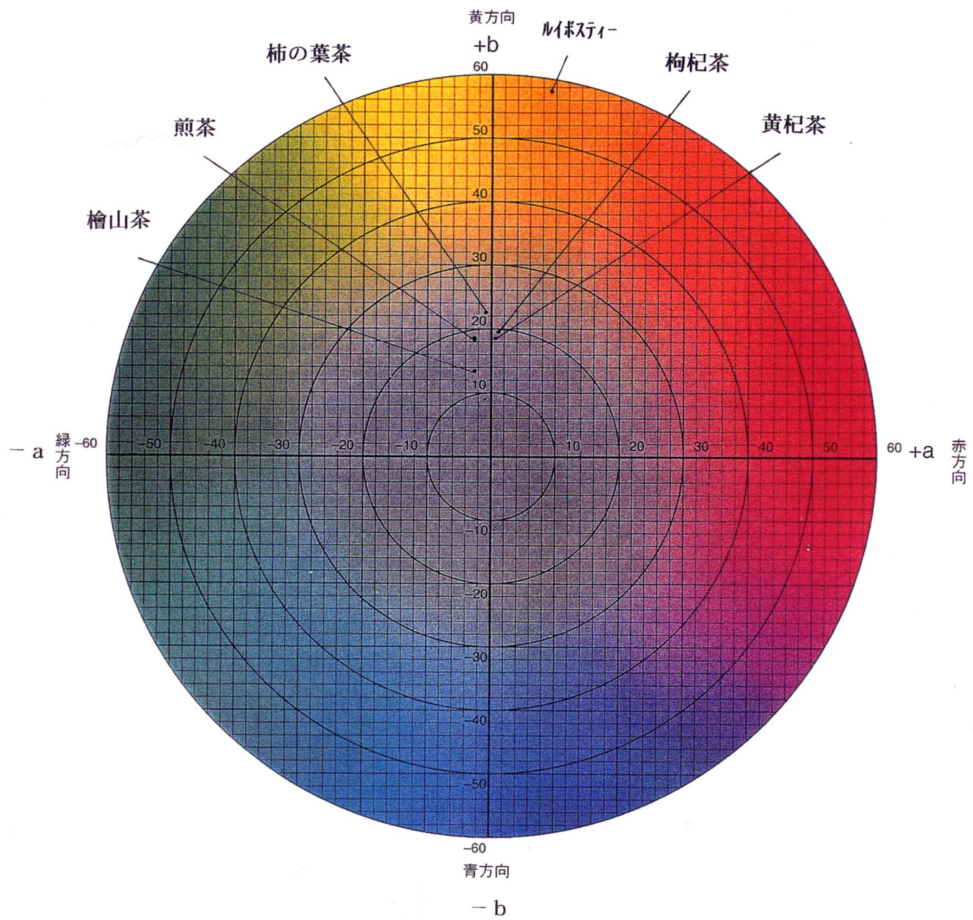


図6 茶の種類による表色系色度図 (明度と彩度)

より、 $a$  値は大きく変化することが分かった。筆者らの実験結果は、9月採取の蒸熱乾燥柿葉茶の  $a$  の値が  $-0.8$  と近いことから、茶汁の抽出条件の違いもあるものと考えられるが、今回用いた柿葉茶は、9月期に採取し、茶葉の製造過程は、蒸熱乾燥法であろうと推察される。

また、今回の測定結果は、柿の葉茶の  $-a$  値が緑茶より低かったが、その理由の一つとして、柿葉は他の緑茶と比較して、とくに加熱により急速にクロロフィルが分解し易く<sup>35)</sup>、緑茶に準じた方法を用いた短時間の蒸熱でも柿茶葉のクロロフィルが分解し、変色することも関連があるのではないかと推察される。

明度に関しては、6種類とも透明度の高い抽出液だったこともあり、表7のL値に示されるように全て高い値だった。曾根原ら(1991)<sup>35)</sup>によると、L値が平均33.1であったが、今回の実験結果のL値が91.6であったのとは大きく異なった。これは茶抽出液の濃度の違いによるものと推察される。

尚、曾根原ら(1991)<sup>35)</sup>のL値は、乾燥法の違いにも関わらず、測定値が一定していたが、筆者らのL値も茶葉の種類の違いにも関わらず一定していた。

彩度は、Cの値(表7)のようにルイボスティーが特に高い値を示し、あざやかな色であることが分かった。その他の5種類は低い値で、肉眼と同様に薄い色であることが図7からも明らかになった。

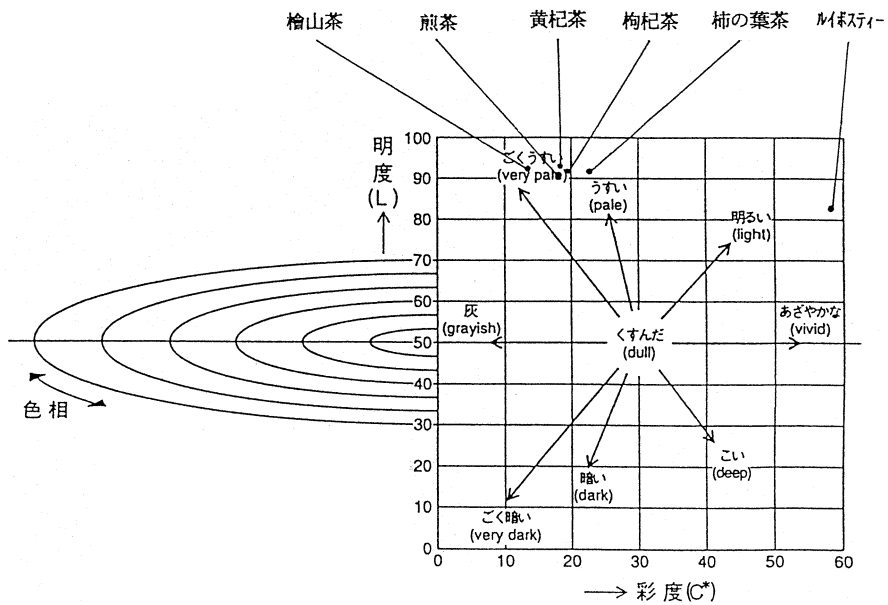


図7 色調図(明度と彩度)



茶葉の色と品質評価との関係では、官能検査評点との間に非常に高い相関で色の評価ができることが報告<sup>36)</sup>されていることから、図2、表4の官能評価結果と照らし合わせたところ、煎茶と檜山茶は、官能評価評点が+81・+55と高く、茶抽出液の色は、いずれも $-a$ の値が高い緑色で、好まれた。官能検査で茶の評価をする場合、パネルは緑色の強いものを高く採点している事が報告<sup>36)</sup>されている。このことは、図2、表4で、官能評価評点が最も高い煎茶の測色値が、6種類の茶の中で最も緑色の度合が高かった(表7)ことと一致している。

黄杞茶と枸杞茶は、官能評価評点が $-11$ ・ $-7$ と低く、茶抽出液の色は、いずれとも $+a$ の値が低い茶色であった。黄杞茶が最も好まれなかった理由として筆者らは、茶色という色の要因だけでなく、6種類の茶抽出液の中で最も濁りが見られた点も関係しているのではないかと推察した。

ルイボスティーは、官能評価評点が $-5$ と低く、茶抽出液の色は、 $+a$ ・ $+b$ の値(表7)が非常に高いオレンジ色(図6)だった。黄杞茶と枸杞茶ほどではないが、好まれない傾向があった。

柿の葉茶は、茶抽出液の色は $-a$ の値が低く(表7)、黄色とわずかに緑色を含む色で(図6)、官能評価評点が $+3$ でわずかに好ましい傾向であった。

以上のことから、 $-a$ の緑色系統の茶が好まれ、 $+a$ の赤色系統の茶が好まれないことが明らかになった。

#### 4. 健康茶の重金属類

ICP-MS 発光分析計で5種類の健康茶と煎茶の茶葉を分析したデータ(質量数対電荷比・ $m/e$ のグラフで表される)は、A. H. Wapstra のデータ<sup>48)</sup>を基に解析し、表8のような結果を得た。ICP-MS 発光分析計は感度が高いが、アルゴンガスを使用したため、質量数40以下の元素である、ナトリウム(Na)、マグネシウム(Mg)、アルミニウム(Al)、ケイ素(Si)、の同定はできなかった。また、鉄(Fe)も、アルゴンと酸素の結合したArOと重なるため同定できなかった。ヨウ素(I)は、ICP-MS 発光分析計では測定不可能であった。

茶葉に含まれる金属を解析した結果、特にルビジウム(Rb)、ストロンチウム(Sr)の位置する質量数83~89付近のアルカリ金属、アルカリ土金属、また、ユーロピウム(Eu)、ガドリウム(Gd)の位置する質量数151~158付近のランタノイドは、かなり判定が困難であった。

黄杞茶と柿の葉茶は、概して、どの金属についても、ピークが高かった。

黄杞茶は、マンガン(Mn)、バリウム(Ba)、ニッケル(Ni)、ルビジウム(Rb)、については、どの茶よりも高く、亜鉛(Zn)は、ルイボスティーに次いで高かった。しかし、インジウム(In)は含まれていなかった。

柿の葉茶は、インジウム(In)、スズ(Sn)、鉛(Pb)は、どの茶よりもピークが高く、特にマ

表8 健康茶の重金属類

煎茶	檜山茶	黄杞茶	枸杞茶	ルイボスティー	柿の葉茶
Mn	Mn	Mn	Mn	Mn	Mn
Co	Ni	Co	Co	Ni	Co
Ni	Cu	Ni	Ni	Cu	Ni
Cu	Zn	Cu	Cu	Zn	Cu
Zn	Rb	Zn	Zn	Rb	Zn
Rb	Sr	Rb	Rb	Pb	Rb
Pd	Ag	Pd	Sr	In	Cd
Ag	Cd	Ag	Pd	Sn	In
Cd	In	Sn	Ag	Sb	Sn
In	Sn	Sb	In	Ba	Ba
Sn	Ba	Ba	Sn	Gd	Pb
Sb	Bi	Eu	Ba	Bi	
Ba		Gd	Eu		
Eu		Pb	Gd		
Gd			Pb		
Pb			Bi		
Bi					

ンガン (Mn), インジウム (In) は非常に高いピークであった。池辺ら (1983)<sup>37)</sup> によると, 茶は, 日本茶, 紅茶に比べてマンガン (Mn) がはるかに高く, 特異的な値を示したと報告している。今回の分析結果では, 柿の葉茶よりもさらに, 黄杞茶のマンガン (Mn) のピークがより高かった。

柿の葉茶と枸杞茶のニッケル (Ni), コバルト (Co), 銅 (Cu), 亜鉛 (Zn) のピークの高さはほぼ同じで, 非常によく類似していた。しかし, マンガン (Mn), インジウム (In), 鉛 (Pb) は, かなりの大きな差で柿の葉茶がより高いピークであった。

枸杞茶はニッケル (Ni), 亜鉛 (Zn), ルビジウム (Rb) のピークが, 黄杞茶に次いで高かった。

枸杞茶とルイボスティーのマンガン (Mn), ニッケル (Ni) は, ほぼ同じピークの高さであった。しかし, 銅 (Cu) と亜鉛 (Zn) はルイボスティーのほうがより高く, 特に亜鉛 (Zn) は高いピークにあった。

煎茶と檜山茶のマンガン (Mn), ニッケル (Ni), 亜鉛 (Zn), ルビジウム (Rb) は, ほぼ同じ高さで, 非常によく似ていた。この2種類の茶は同じ緑茶であるため, これらの元素の一致は, 緑茶の特徴であろうと推察される。

この両者の違いは、煎茶は、パラジウム (Pd)、銀 (Ag) がどの茶よりも目立って高いこと、インジウム (In)、バリウム (Ba) も高く、スズ (Sn) も柿の葉茶に次いで高いが、檜山茶は逆に、インジウム (In)、バリウム (Ba) が非常に低く、ビスマス (Bi) が、6種類の茶の中で最もピークが高かったことである。

黄杞茶以外の5種類の茶に微量の金属成分の中でも、特に稀少な元素であるインジウム (In) が含まれていた。

インジウム (Indium) は、固有の鉱物はなく<sup>38)</sup>、硫化物  $\text{In}_2\text{S}_3$  の形として多くの閃亜鉛鉱 (Zinc Blende) や錫鉱の中に、極めて少量ながら存在するが<sup>39)</sup>、0.1%を出ていない。またスズ鉱石も、インジウムのスペクトルを示すと言われており、亜鉛の製練の副産物として得られ、原料は主として亜鉛製造の際に得られる煙塵である。

インジウムは、アルミニウムの同族元素：Ⅲ族 b 元素 (ホウ素族元素) で、液体の温度範囲が大きく、融点は  $156.4^\circ\text{C}$ 、沸点は  $2100^\circ\text{C}$ <sup>40)</sup> である。しかし、融点  $155^\circ\text{C}$  沸点  $1450^\circ\text{C}$ <sup>39)</sup> と記載してあるものもあり、まだインジウムの性質が、明らかにされていない。

その化学的性質は、乾いた空気の中では、長く光沢を保っているが、空气中で熱すると、容易に表面が酸化して曇る。また、酸素を溶かし込んだ水によって容易に犯され、ハロゲンやイオウなどは直接に化合する活発な元素である。インジウムは普通、正Ⅲ価としてアルミニウムに似た化合物を作る。しかし、特にハロゲンとの化合物は、Ⅱ価およびⅢ価となることがある。主としてハロゲン化合物及び硫化物として  $\text{InCl}$ 、 $\text{InBr}$ 、 $\text{InS}$ 、および  $\text{InCl}_2$ 、 $\text{InBr}_2$  などが知られている。これらはいずれも、相当するⅢ価の化合物、すなわちインジウム (Ⅲ) 化合物の還元によって得られる。インジウム (Ⅲ) 化合物としては、酸化物  $\text{In}_2\text{O}_3$ 、水酸化物  $\text{In}(\text{OH})_3$ 、塩化物  $\text{InCl}_3$ 、臭化物  $\text{InBr}_3$ 、ヨウ化物  $\text{InI}_3$ 、硫化物  $\text{In}_2\text{S}_3$ 、硝酸塩  $\text{In}(\text{NO}_3)_3$  および硫酸塩  $\text{In}_2(\text{SO}_4)_3$  が知られている。アルミニウムの同族元素のため、性質はいずれもそれに相当するアルミニウムの化合物に似ている<sup>39)</sup>。

インジウムは、自然界での存在率が、非常に低いにもかかわらず、今回の分析では、5種類の茶葉中に含まれていた。何故、茶葉中にインジウムが検出されたのか、また、茶葉中でインジウムはどのような形態で存在しているのか不明である。何かの元素と結合し、化合物として存在しているのではないかと推察される。また、茶葉は有機物であるから、茶葉中の有機成分が作用しあい、ちょうどインジウムの質量数の位置にピークが出た可能性もあり、今後、インジウムを原子吸光法等で個別に測定して、その有無を確認する必要がある。

6種類全ての茶に含有される金属は、マンガン (Mn)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、亜鉛 (Zn)、スズ (Sn)、ルビジウム (Rb)、バリウム (Ba) であった。バリウムはアルカリ土金属で、アルカリ土金属には、周期律表Ⅱ族のベリリウム (Be)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、

ストロンチウム (Sr), バリウム (Ba), ラジウム (Ra) があり, これらは鉱物として地殻を構成している成分であるため<sup>39)</sup>, 6種類の茶全てに含まれていたものと推察される。

硫酸バリウムは難溶性化合物の代表的なもので, 白色の粉末で稀酸にも不溶であるが, バリウム塩は酸にも不溶な硫酸バリウムを除き, ほとんどが有害であり, 殺虫剤として用いられる<sup>41)</sup>。また  $Ba^{2+}$  は無色で有害であり, 水やアルコールを分解して水素を発生させるため<sup>42)</sup>, 水に不溶な塩以外は, 体内に取り込まないように, 注意を要すると言われている<sup>43)</sup>。

バリウムは, 桜井弘ら<sup>44)</sup> によって, 実験哺乳動物でもヒトにおいても必須性が明らかにされていない超微量元素として扱われており, 森田昌敏ら<sup>45)</sup> は, バリウムの吸収は, かなりよく, 10~40%<sup>45)</sup> としている。今回の実験で検出されたバリウムの形態と人体への影響を今後, 検討する必要がある。

茶の主要元素, 微量元素は28元素が分析されている<sup>45)</sup>。今回, 筆者らは, 微量元素とくに重金属中心に分析したため, すでに報告されている18種の微量元素のうち, ニッケル (Ni), 銅 (Cu), 亜鉛 (Zn), 鉛 (Pb), アンチモン (Sb), カドミウム (Cd) の6種類を検出することが出来た。しかし, 今回検出されたルビジウム (Rb), インジウム (In), パラジウム (Pd), 銀 (Ag), スズ (Sn), バリウム (Ba) などの元素は, 中村ら (1991)<sup>61)</sup> の実験結果では分析されていない。インジウム (In) については, 原子吸光法での有無を確認できないが, バリウム (Ba) については, 原子吸光法で個別に測定し, その存在が確定できた。

また岡本らによる, 緑茶の分析結果では<sup>47)</sup>, バリウム (Ba), ストロンチウム (Sr), クロム (Cr) は報告されている。しかし, 中村ら (1991)<sup>45)</sup> の報告にある, ケイ素 (Si), フッ素 (F), 鉄 (Fe), 臭素 (Br), ヨウ素 (I), セレン (Se), ベリリウム (Be), チタン (Ti), バナジウム (V) については記載されていない。岡本らの報告<sup>47)</sup> には, 筆者らが検出したバリウム (Ba) は記載されていたが, インジウム (In) は記載されていない。柿の葉茶, 枸杞茶の含有金属については, 柿の葉茶に, 鉛 (Pb), 銅 (Cu), カドミウム (Cd), 亜鉛 (Zn), マンガン (Mn) が, 枸杞茶に, 鉛 (Pb), 銅 (Cu), 亜鉛 (Zn), マンガン (Mn) が含有されていた。これらの分析結果は池辺らの報告<sup>37)</sup> とも一致したが, 柿の葉茶のクロム (Cr), 水銀 (Hg), ヒ素 (As) 及び枸杞茶中のカドミウム (Cd), クロム (Cr), 水銀 (Hg), ヒ素 (As) について, 筆者らの実験では確認されていない。

#### IV 要 旨

4種類の健康茶および2種類の煎茶(宇治産煎茶, 檜山茶, 黄杞茶, 枸杞茶, ルイボスティー, 柿の葉茶)の意識調査, 官能評価, 茶抽出液の色調, 主として重金属類の定性分析を行った結

果、次のことが明らかになった。

(1) 女子学生（18歳～22歳）90名を対象に、上記6種類の健康茶および煎茶の意識調査を行った結果、健康茶に対してマスメディアをその情報源として、興味関心を示していることが分かった。しかし、健康茶の飲用経験は、いずれも少なかった。

また、飲用理由は、健康維持と答えた者が多かった。

(2) 6種類の健康茶および煎茶に関して、味、色、香り、及び総合評価の官能評価を女子学生（18歳～22歳）66名を対象に行った結果、味、色、香り、及び総合評価の全てにおいて日頃よく飲まれている煎茶が最も好まれているという結果が得られた。特にルイボスティーは色の評価を除く味、香り、総合評価の3項目において、最も好まれなかった。

(3) 6種類の茶抽出液の色調を色彩色差計で測定し、官能評価との関係を検討した結果、煎茶・檜山茶は緑色の値が高く、柿の葉茶は、肉眼で確認できなかった緑色が低い値ではあるが検出され、緑の色素があることが分かった。黄杞茶、枸杞茶は赤色の存在がわずかではあるが認められた。ルイボスティーは赤色の値が高く、肉眼でも強い赤色が確認できた。官能評価では、緑色が濃いほど好まれ、わずかに赤色が含まれている黄杞茶、枸杞茶は好まれない傾向がみられた。さらに赤色が濃いルイボスティーは、黄杞茶、枸杞茶に次いで、好まれなかった。

(4) 6種類の健康茶および煎茶葉の重金属類の定性分析を行った結果、全ての茶にマンガン(Mn)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、スズ(Sn)、ルビジウム(Rb)、バリウム(Ba)が検出された。また、檜山茶以外の5種類から鉛(Pb)が、黄杞茶以外の5種類からは、インジウム(In)が検出された。

重金属類の定性分析に際し、ご協力頂いた広島大学理学部の熊丸尚宏教授、岡本泰明博士に厚くお礼申し上げます。

又、茶に関する意識調査と実験にご協力頂いた荒井美穂さん、藤岡暁子さん、岩尾美香さんに対し厚くお礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 増田光治, 大久保勉, 青木暢之, 金武 攄, 斉藤大三, 小松嘉人, 加藤 勝: 日本農芸科学会講演目録, p. 337 (1996).
- 2) 朝日新聞: 1996年3月31日.
- 3) 和田敬三編: 新食品学実験法, 朝倉書店, 東京 p. 8-9 (1993).
- 4) 大澤俊彦: 日本食品科学工学会誌, 42(9), p. 728-735 (1995).
- 5) P & N 吉岡食品株式会社提供資料: 岡山市西大寺上 P & N 吉岡食品株式会社.
- 6) 伊澤一男監修: 薬草茶・健康茶 カラー百科, マキノ出版, 東京 p. 20-95 (1996).

- 7) 山崎征治：中国新聞，お茶健康法，7月7日～12月15日（1996）。
- 8) 永田忠博，酒井慎介：茶業研究報告，73, p. 19-20（1991）。
- 9) 水谷健二：月刊フードケミカル，9, p. 49-57（1995）。
- 10) 水谷健二：食品新素材研究会第10回講演資料集，p. 50-53（1996）。
- 11) 内田和漢薬株式会社提供資料：p. 139-441（内田和漢薬株式会社：東京都荒川区東日暮里4-4-10, tel 03-3806-1251）。
- 12) 堀田満編：世界有用植物事典，平凡社，東京，p. 338-641（1989）。
- 13) 楠喜久枝，萩原由美，宮崎綾子：中村学園大学紀要，11, p. 145,（1978）。
- 14) 田中静一編著，洪光住監修：中国食物辞典，柴田書店，東京，p. 137-469（1991）。
- 15) 木村陽二郎監修：花と樹の大事典，柏書房（株），東京，p. 104-149（1996）。
- 16) 蕭煒根主編：中国薬草図鑑，日本語版，中央公論社，東京，1巻（p. 170-171），4巻（p. 175）9巻（P. 41）10巻（p. 130），（1993）。
- 17) 伊藤 汎：食品工業，新年号，巻頭文（1995）。
- 18) 梶原茂兎悦・伊藤 汎：梶原園資料，秋田県能代市 p. 3-5（1996）。
- 19) 能代市立崇徳小学校調査資料：北限のお茶を調べて，秋田県能代市（1996）。
- 20) 村松敬一郎著：茶の科学，朝倉書店，東京，p. 2-182（1991）。
- 21) 前田清一：調理科学，2(2)，p. 74（1969）。
- 22) 桑原穆夫，曾根富夫著：緑茶読本，柴田書店，東京，p. 138-148（1976）。
- 23) 南廣子著：茶茶茶，淡交社，東京，p. 177-211（1990）。
- 24) 梶田武俊：調理科学，25(1)，p. 52-56（1992）。
- 25) 西條了康：科学と生物，32，p. 181-182（1994）。
- 26) 山本(前田)万里：日本食品科学工学会誌，43(6)，p. 653-662（1996）。
- 27) 吉村洋子，武恒子，大塚一止：栄養学雑誌，20，p. 482-484（1969）。
- 28) 河野友美編：水・飲料食品事典11，真珠書院，東京，p. 103-283（1992）。
- 29) 田中俊弘編集：日本薬草全書，新日本法規出版，東京，p. 143-207（1995）。
- 30) Morton, J. F: *Economic Botany*, 37(2), p. 164（1983）。
- 31) 川上美智子，加藤邦彦：シオン短期大学研究紀要，33，p. 62（1993）。
- 32) 橋本慶子，島田淳子編：食成分素材・調味料，朝倉書店，東京，p. 179-180（1993）。
- 33) 山西 貞：日本農芸化学会誌，49(9)，p. 68（1975）。
- 34) 川上美智子：熱帯雨林，24，p. 33-34（1992）。
- 35) 曾根原直子，泉 敬子：日本栄養・食糧学会誌，44(3)，p. 213-216（1991）。
- 36) 久保田悦朗，原利男，中川致之：日本食品工業学会誌，22，p. 222-225（1975）。
- 37) 池辺克彦，田中之雄，田中涼一：大阪府立公衆衛生研究所報，食品衛生編，14，p. 83-86（1983）。
- 38) 永井彰一郎編：無機科学ハンドブック，技報堂，東京，p. 253-257（1985）。
- 39) 千谷利三著：無機科学（全），産業図書（株），東京，p. 405（1990）。
- 40) 片山信夫，森本良平，木村敏雄，竹内均編：新版地学辞典Ⅱ，古今書院，東京，p. 37（1973）。
- 41) 大木道則等編：化学大辞典，東京化学同人，東京，p. 1802（1989）。
- 42) 白井俊明等編：理化学大辞典，岩崎学術出版社，東京，p. 17（1967）。
- 43) 久保亮五，長倉三郎，井口洋夫，江沢洋編集：岩波理化学大辞典第4版，岩波書店，東京，p. 1000（1987）。
- 44) 桜井 弘，田中英彦等著：生体微量元素，広川書店，東京，p. 3（1994）。
- 45) 森田昌敏：有機合成化学，39 p. 1083（1981）。
- 46) 中林敏郎，伊奈和夫，坂田完三著：緑茶 紅茶 烏龍茶の化学と機能，弘学出版株式会社，東京，p. 38（1991）。
- 47) kensaku okamoto, keiichiro Fuwa: *Analytische Chemie*, 4004, p. 1-5（1986）。
- 48) Jhon A. D: *LANGE'S HAND BOOK OF CHEMISTRY*, Mc GRAW-HILL, P 794（1992）。