

## 屋久島の茶葉に含まれる微量元素とその地域性

櫻井 顔世<sup>1)</sup>, 内田 治<sup>2)</sup>, 藤本 尚志<sup>1)</sup>, 安藤 達彦<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup>東京農業大学\*, (<sup>2)</sup>東京情報大学\*\*)

### Trace Elements in Tea Leaves from Yakushima and their Regional Variations

Kaoyo SAKURAI<sup>1)</sup>, Osamu UCHIDA<sup>2)</sup>, Naoshi FUJIMOTO<sup>1)</sup> and Tatsuhiko ANDO<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>*Tokyo university of Agriculture*

<sup>2)</sup>*Tokyo university of Informatics*

#### Summary

In this study, we investigated whether there were any regional or inter-variety differences in trace element contents between tea leaves grown in the isolated island of Yakushima and those grown in Shizuoka and Kyushu, and whether the trace element contents are effective in distinguishing the leaves produced in different regions within a small area.

The trace element contents in 32, 14, and 7 samples of tea leaves produced in Yakushima, Shizuoka, and Kyushu, respectively, were measured using an ICPS1000IV.

The scatter plot from discriminant analysis of varieties showed that each variety formed a cluster, but no differences in the trace element content were observed. The scatter plot from discriminant analysis of the samples from Yakushima, Shizuoka, and Kyushu showed that the samples from each region formed a distinct cluster, and it was possible to identify the origin based on the trace element content. No regional differences were found in the trace element content when analysis involved the samples collected in Yakushima only. However, when cultivated regions were categorized into two areas, the Yakushima samples were found to form two groups based on the Mg and Mn contents, those from northeast and southeast areas.

屋久島は九州の鹿児島県に属するほぼ円形に近い日本で5番目に大きい島である。平地では年間4000mmの降水量を誇り、南部は冬でも温暖だが北部は強風が吹き冷たい霧雨やみぞれが降るなど島内での寒暖差が激しいという特徴がある。温暖な気候の地域では茶栽培が島の北部から南東部にかけて行われている<sup>1)</sup>。

茶葉の微量元素含有量による産地判別の研究が本格的に行われるようになったのは1996年以降であり、国内産の茶葉と中国産の茶葉の判別や国内産の茶葉の産地が高い中率で識別されるなど産地判別の有力な検証法である。また茶葉中の微量元素含有量は生育した土壌中の微量元素含有量と相関があるとの報告もされており、バリウム (Ba)、ストロンチウム (Sr) の無機元素含有量は良好な相関があることが示されている<sup>2)</sup>。

屋久島の土壌は山岳部では主に屋久島花崗岩からなり、海岸部には熊毛層をベースにし一部更新世の堆積物をのせた海蝕台が馬蹄形に島をとりまわっている。かつて全島的に

降灰があったと見られているが山頂緩傾斜面や海蝕台地など極めて限られた部分に火山灰層が残されているのみで、現在の山地斜面ではほとんど流されている<sup>3)</sup>。

我々は過去に屋久島茶葉は夏季に採取された茶葉と冬季に採取された茶葉の微量元素含有量が異なるとの報告を行った<sup>4)</sup>。

本研究では、屋久島という離島で栽培された茶葉の微量元素含有量を測定し、静岡、九州で栽培された茶葉の微量元素含有量と比較した。さらに茶葉の品種間と地域ごとの特徴と微量元素含有量が狭い地域の産地判別にも有効であるかを検討した。

#### 実験方法

##### 1. 試料

試料は2013年に屋久島島内で採取した茶葉を32試料(あさつゆを1試料、やぶ北を14試料、ゆたかみどりを

\*所在地：東京都世田谷区桜丘1-1-1 (〒156-8502)

\*\*所在地：千葉県千葉市若葉区御成台4-1 (〒265-8501)

10 試料, さえみどりを 7 試料) と静岡で栽培された茶葉を 14 試料, 九州で栽培された茶葉を 7 試料の計 53 試料を使用した。茶葉が栽培された地域を Table 1 に示し, また屋久島で採取した茶葉の地域を Fig. 1 に示した。

## 2. 方法

### 2-1 茶葉の洗浄と乾燥

屋久島で採取した茶葉は付着した土埃や汚れを落とすため高純水で洗浄した後, 熱風乾燥させ乳鉢と乳棒を使用して細かく破碎した。

### 2-2 微量元素濃度の測定

破碎した茶葉を濃硝酸を使用して高压分解を行った。濃硝酸は関東化学株式会社の高純度試薬を使用した。高压分解後, 島津シーケンシャル高周波プラズマ発光分析装置

(ICPS-1000 IV) を用いて, ナトリウム (Na), 鉄 (Fe), 亜鉛 (Zn), マグネシウム (Mg), カルシウム (Ca), アルミニウム (Al), マンガン (Mn) の 7 種類の元素を測定した。得られた微量元素含有量は緑茶 100 g あたりの含有量に換算した。

### 2-3 統計解析

各茶葉の微量元素含有量は IBM 社の SPSS (ver18) を用いて判別関数分析を行った。

## 結果と考察

### 1. 茶葉の品種間での比較

屋久島島内で栽培されている茶葉には, あさつゆ, さえみどり, ゆたかみどり, やぶきたの 4 種類がある。各品種の微量元素含有量はあさつゆは Mg, Mn 含量が他の 3 品種より少なく, さえみどりは Na 含量が多い以外はほとんど差が見られなかった (Fig. 2, Fig. 3)。

SPSS を用いて行った判別分析の結果の散布図において横軸は右 (+側) にあるものほど Fe, Mg 含有量が多く, 縦軸では上 (+側) にあるものほど Zn, Ca, Mn 含有量が多いことを示している (Fig. 4, Table 2)。

4 品種とも中央付近にプロットがあり, 品種間では, ある程度まとまっていることが示された。また判別正解率 62.5%, 交差確認値 53.1% という結果になった。

Table 1 Cultivation location of tea leaves

Prefectures	Region
Yakushima	Matsumine
	Funayuki
	Nagakubo
	Hirano
	Mugio
	Nagamine
	Tabugawa
	Koseda
	Kusugawa
	Shitogo
Shizuoka	Kakegawa
	Kikugawa
	Shimada
	Fujieda
	Fuji
	Makinohara
	Shizuoka
Kagoshima	Kirishima
	Makurazaki
	Minamikyusyu
	Tanegashima
Fukuoka	Yame
Miyazaki	Miyazaki

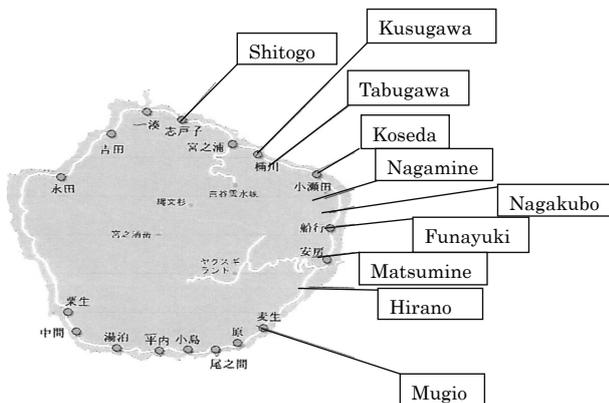


Fig. 1 Area of tea leaves that have been grown in Yakushima

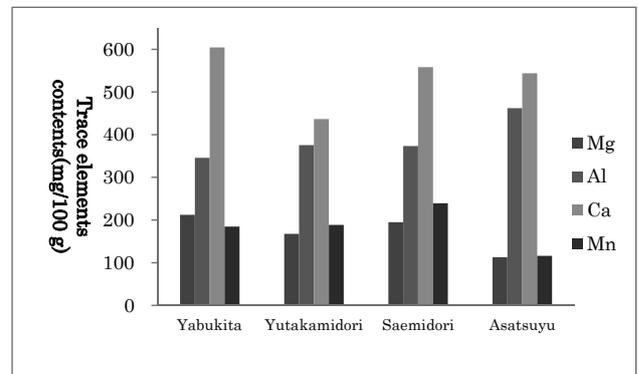


Fig. 2 Trace elements contents of tea leaves of Yakushima (Mg, Al, Ca, Mn)

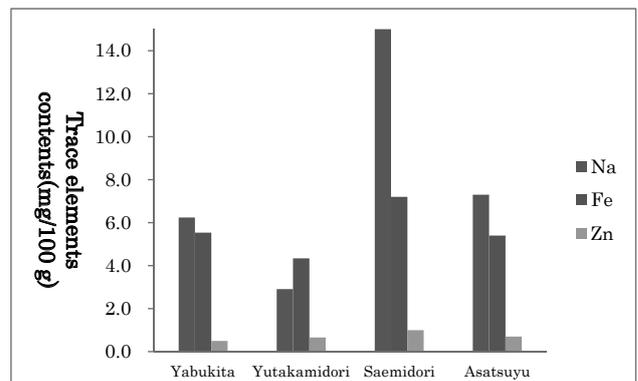


Fig. 3 Trace elements contents of tea leaves of Yakushima (Na, Fe, Zn)

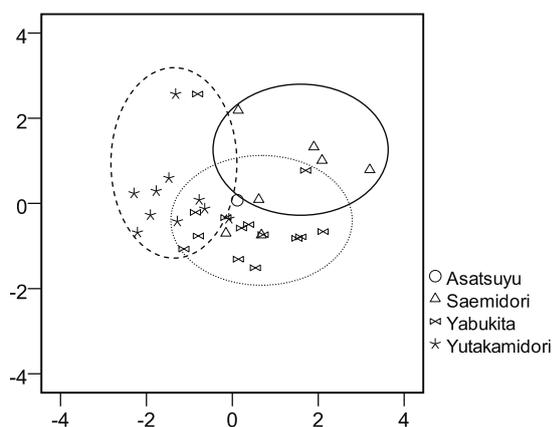


Fig. 4 Scatter diagram of tea leaves by classification

Table 2 Structural matrix of tea leaves by classification

	Function		
	1	2	3
Fe	0.283	-0.015	-0.116
Zn	0.119	0.823	0.555
Ca	0.593	-0.805	0.007
Mg	0.399	-0.418	-0.062
Mn	-0.194	-0.387	-0.002
Al	0.132	-0.303	-0.044
Na	0.355	0.393	-0.848

## 2. 屋久島で栽培された茶葉と本州で栽培された茶葉の比較

茶葉が栽培された地域ごとの微量元素含有量は屋久島茶葉では Mn, Ca, Al 含有量が、九州茶葉は Fe 含有量が多かった (Fig. 5, Fig. 6)。

一方 Mg, Na はどの地域の茶葉も差があまり見られず、元素によっては特徴が見られないものもあることが分かった。

SPSS を用いて行った判別分析の結果の散布図において横軸は右 (+側) にあるものほど Mg, Ca, Al 含有量が多く、縦軸では上 (+側) にあるものほど Na, Fe, Zn 含有量が多いことを示している (Fig. 7, Table 3)。

屋久島の茶葉は全体的に Mg, Ca, Al の影響を受けているものが多いことが判明した。静岡と九州の茶葉は Mg, Ca, Al 含有量が屋久島の茶葉ほど含まれておらず、判別の指標になったと考えられる。なお、静岡と九州の茶葉について比較してみると Na, Fe, Zn 含有量が九州の茶葉のほうが多いことが分かった。

判別正解率 94.3%, 交差確認値 90.6% の値が得られた。共に高い値が得られ屋久島と本州の茶葉では明確な差があると示された。

## 3. 屋久島島内での比較

屋久島島内で採取した茶葉を採取した地域ごとに分けて判別分析を行った結果の散布図において横軸は右 (+側) にあるものほど Al 含有量が多く、縦軸では上 (+側) にあるものほど Zn, Mg 含有量が多い事を示している。

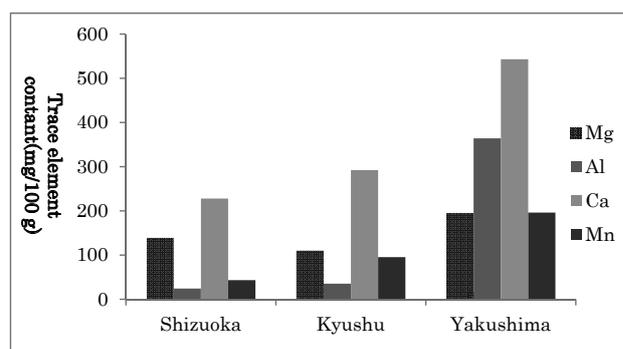


Fig. 5 Trace elements contents of each area (Mg, Al, Ca, Mn)

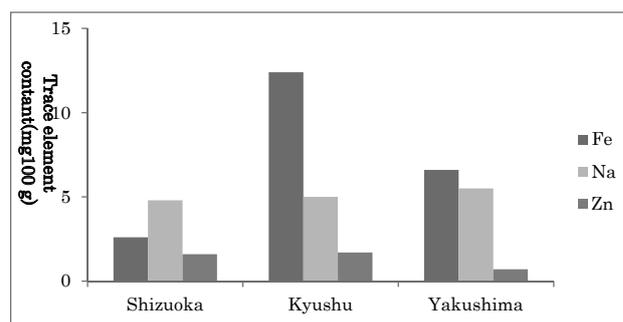


Fig. 6 Trace elements contents of each area (Na, Fe, Zn)

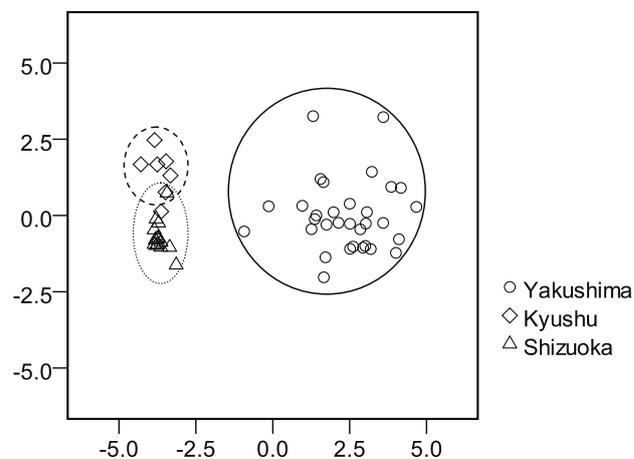


Fig. 7 Scatter diagram of the trace elements concentration of the tea leaves that have been grown in Yakushima, Kyushu and Shizuoka

Table 3 Structural matrix of the tea leaves that have been grown in Yakushima, Kyushu and Shizuoka

	Function	
	1	2
Al	0.922	0.058
Ca	0.452	0.131
Zn	-0.342	0.185
Mg	0.185	-0.075
Mn	0.158	0.122
Na	-0.007	0.74
Fe	0.021	0.319

地域ごとに分けた判別分析では全体的にばらつきが見られ、交差確認値：40.6%と低い値であった (Fig. 8, Table 4)。

上記の結果から採取した地域を5地域 (北から①志戸子・楠川, ②楠川・小瀬田, ③長峰・永久保, ④船行・松峯, ⑤平野・麦生), 3地域 (北から i 志戸子・楠川・楠川, ii 小瀬田・長峰・永久保・船行, iii 松峯・平野・麦生), 2地域 (北から下段: 志戸子・楠川・楠川・小瀬田・長峰, 上段: 永久保・船行・松峯・平野・麦生) に分けて判別分析を行った。

5地域に分けた判別分析の結果の散布図において横軸は右 (+側) にあるものほど Zn 含有量が多く、縦軸では上 (+側) にあるものほど Na, Fe 含有量が多い事を示している (Fig. 9, Table 5)。判別正解率 62.5%, 交差確認値 50.0%であった。散布図でははっきりと分かれている地域がほとんどなく、また判別正解率, 交差確認値からも信頼できる値ではないことが分かった。また分けた地域によって試料数にばらつきがでてしまい、このことから有効な結果ではないと考えられた。

3地域に分けた判別分析の結果の散布図において横軸は右 (+側) にあるものほど Mg, Ca 含有量が多く、縦軸では上 (+側) にあるものほど Na, Fe 含有量が多いこと

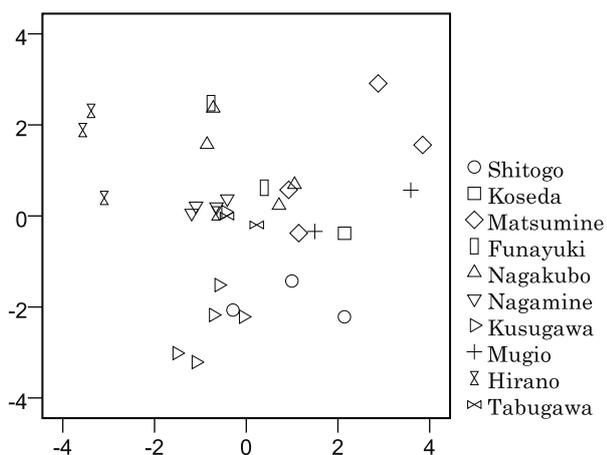


Fig. 8 Scatter diagram of trace elements concentration of the tea leaves that have been grown in Yakushima

Table 4 Structural matrix of the tea leaves that have been grown in Yakushima

	Function						
	1	2	3	4	5	6	7
Mn	0.462	0.469	0.674	0.026	-0.194	-0.204	0.076
Zn	0.064	-0.441	-0.12	0.622	-0.074	-0.25	0.576
Na	-0.41	0.159	0.255	0.27	0.65	0.226	0.442
Mg	0.041	0.485	-0.227	0.359	-0.13	0.748	-0.077
Ca	0.227	0.249	-0.126	0.01	0.383	0.673	-0.521
Fe	-0.08	0.151	-0.072	0.569	0.402	-0.242	-0.649
Al	0.283	0.325	-0.293	-0.302	0.414	-0.454	0.51

を示している (Fig. 10, Table 6)。判別正解率 81.3%, 交差確認値 65.6%であった。また5地域に分けた場合よりも判別正解率, 交差確認値は上がり、地域ごとの特徴が現れているのではないかと考えられた。

2地域に分けた判別分析の結果は判別正解率 84.4%, 交差確認値 75.0%であった (Fig. 11, Table 7)。

判別正解率, 交差確認値ともに5地域, 3地域の時よりも高い値が得られた。2地域に分けた場合は地域ごとの微量元素含有量の特徴が明確に見られた。またこの結果から茶葉を採取した地域は北東と南東に分けられ各々特徴が見られた (Fig. 12)。この結果は生育している土壌の影響を受けているのではないかと考えられ今後、土壌分析を行い土壌との関連を調べたい。

今後は試料数を増やし信頼度の向上を図りたいと考えている。また、国内の茶葉だけでなくインドやスリランカなど世界中の茶葉との比較を行い、産地判別技術の検証をする。

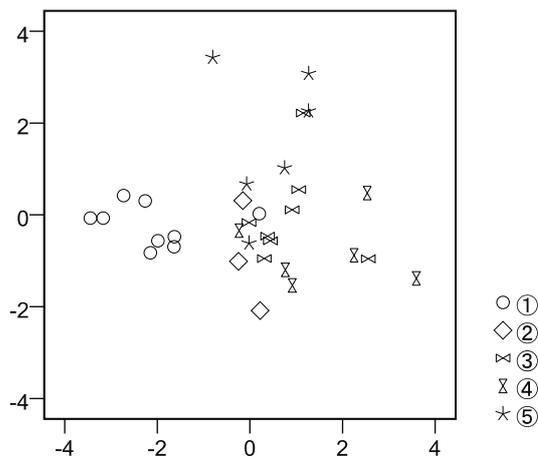
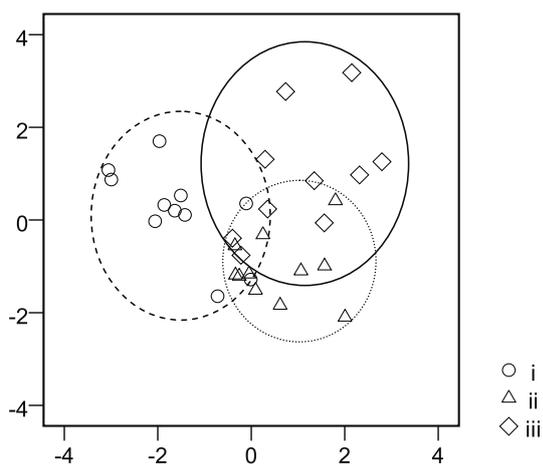


Fig. 9 Scatter diagram of the trace elements concentration of the tea leaves that have been grown in the 5 places (① Shitogo and Kusugawa ② Tabugawa and Koseda ③ Nagamine and Nagakubo ④ Funayuki and Matsumine ⑤ Hirano and Mugio)

Table 5 Structural matrix of the tea leaves that have been grown in 5 places

	Function			
	1	2	3	4
Mg	0.484	0.435	-0.360	-0.370
Zn	-0.378	0.076	0.209	-0.139
Ca	0.232	0.217	-0.020	0.008
Na	-0.012	0.766	0.151	0.148
Fe	0.057	0.532	0.429	0.146
Mn	0.460	-0.298	0.641	-0.479
Al	0.295	-0.203	0.258	0.783



**Fig. 10** Scatter diagram of the trace elements concentration of the tea leaves that have been grown in the 3 places (i Shitogo, Kusugawa and Tabugawa ii Kosedata, Nagamine, Nagakubo and Funayuki iii Matsumine, Hirano and Mugio)

**Table 6** Structural matrix of the tea leaves that have been grown in 3 places

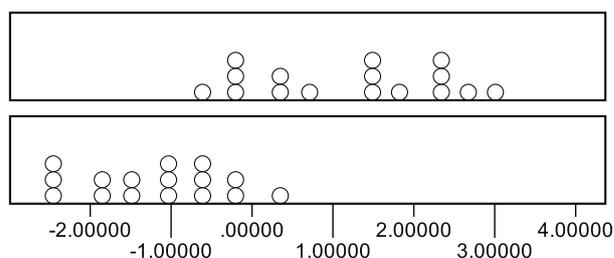
	Function	
	1	2
Mg	0.599	-0.134
Mn	0.433	0.381
Zn	-0.369	0.257
Ca	0.362	-0.004
Al	0.277	-0.220
Na	0.174	0.317
Fe	0.198	0.303

### 謝 辞

本研究の試料にご協力いただいた藤原秀一氏，鹿児島県熊毛支庁屋久島事務所 農林普及課 内村浩一郎氏，屋久島の茶園の方々，また静岡，九州の茶葉を提供していただいた丸七鈴木商店の鈴木成彦氏に感謝申し上げます。

### 参考文献

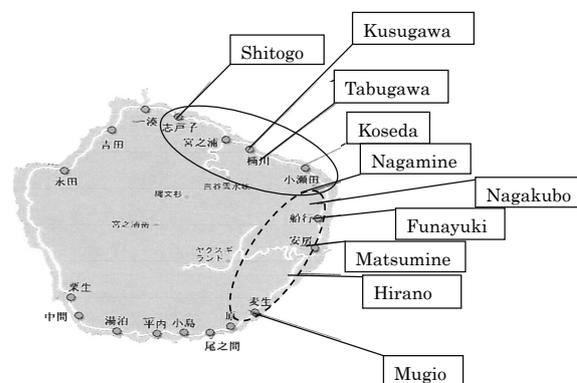
- 1) 東京農業大学短期大学部生活科学研究所編 (2007) 屋久島 100 の素顔 p.15, 25-29, 40, 80
- 2) 木幡勝則，氏家ともみ (2008) 緑茶の無機元素組成比および品種識別による産地判別，農林水産技術研究ジャーナル Vol. 31 No. 4 p.28-31
- 3) 岩佐 安，山家富美子 (1981) “屋久島花崗岩”由来の土壤中の粘土鉱物組成とその分布的特徴，森林立地 Vol. X X III p.16-23
- 4) 安藤達彦，疋野真美，野地美樹，内田 治，吉田宗弘 (2007) 屋久島産茶葉中の微量元素の変動，微量栄養素研究 Vol. 24 p.113-119



**Fig. 11** Discriminant analysis diagram of the trace elements concentration of the tea leaves that have been grown in the 2 places (Above chart: Nagakubo, Funayuki, Matsumine, Hirano and Mugio Below chart: Shitogo, Kusugawa, Tabugawa, Kosedata and Nagamine)

**Table 7** Structural matrix of the tea leaves that have been grown in 2 places

	Function
	1
Mg	0.475
Mn	0.431
Fe	0.349
Ca	0.296
Al	0.259
Na	0.222
Zn	-0.204



**Fig. 12** Yakushima were divided into two places