

## コーヒー豆中の微量元素による産地判別

石 浜 峻<sup>1)</sup>, 白 井 智 美<sup>1)</sup>, 神 崎 光 太 郎<sup>1)</sup>, 久 保 山 朱 里<sup>1)</sup>,  
内 田 治<sup>2)</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\*\*)

(受付 2017 年 9 月 15 日, 受理 2017 年 10 月 16 日)

### Identifying the cultivation region of coffee beans by trace element analysis

Takashi ISHIHAMA<sup>1)</sup>, Tomomi SHIRAI<sup>1)</sup>, Kotaro KANZAKI<sup>1)</sup>, Akari KUBOYAMA<sup>1)</sup>,  
Osamu UTIDA<sup>2)</sup> and Tatsuhiko ANDO<sup>1)</sup>  
<sup>1)</sup>*Tokyo University of Agriculture*  
<sup>2)</sup>*Tokyo University of Informatics*

#### Summary

The feasibility of identifying the cultivation region of coffee beans by comparing trace elements in coffee beans imported from Brazil, Colombia, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, and Panama into Japan was studied. The import volumes from these regions were large, i.e., approximately 60% of the coffee beans imported into Japan.

The rate of correctly identifying the cultivation region among six Central American countries was 50%. These six countries were divided into Central America I comprising Costa Rica, Panama, and Nicaragua and Central America II comprising Guatemala, El Salvador, and Honduras based on the figure showing identification scores. The results showed that the rate of correctly identifying the cultivation regions between Central America I and II was 95%. Moreover, the rate of correctly identifying the cultivation regions between Brazil and Colombia was 100% and of correctly identifying the cultivation regions between four regions, aforementioned Central America I, II, Brazil, and Colombia, was 68%.

コーヒーの飲用は、14 世紀にエチオピアで始まり、イスラム教の一派から布教する際の儀式の一部として広まったと考えられており、日本への伝来は 18 世紀前後で長崎県の出島にオランダ人が持ち込んだのがはじまりといわれている<sup>1)</sup>。

日本でも 1960 年のコーヒー生豆の輸入自由化以降、高度経済成長期の影響もあり、輸入が急増した<sup>2)</sup>。現在、コーヒーの消費量は嗜好飲料の中で緑茶を上回っている<sup>3)</sup>。

コーヒーは、世界 60 カ国以上で生産されており、そのほとんどが北回帰線（北緯 25 度）と南回帰線（南緯 25 度）の間の「コーヒーベルト」と呼ばれる帯状の地域で生産されている。味や香りが原産地に由来することから、それぞれの国や地域、出荷港を冠した名前がつけられている。そのため、コーヒーの市場における価格の定義には産地が非常に重要視されている。しかし、コーヒー豆の産地を判別する方法に関する報告は少ないのが現状である<sup>4-5)</sup>。

農産物の産地判別法の一つとして、微量元素によって、茶<sup>6)</sup> やワイン<sup>7)</sup> などの産地を判別する方法が報告されている。そこで、コーヒー豆の微量元素を測定することで産地を判別することが出来ないかと考えた。

日本へのコーヒー輸入量は、ブラジル、コロンビアで約 5 割を占めている<sup>8)</sup>。このことから、試料としてブラジルやコロンビアとその周辺地域を中心に、コーヒー豆中の微量元素の含有量から産地を判別する方法を検討したところ、可能性が示されたので報告する。

#### 実験方法

##### 1. 試料

試料には、産地や農園が明らかなコーヒー生豆 8 カ国 50 試料を用いた。その内訳は、ブラジル産が 15 試料、コロンビア産が 13 試料、グアテマラ産が 7 試料、エルサル

\*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)

バドル産が2試料, ホンジュラス産が4試料, ニカラグア産が4試料, コスタリカ産が2試料, パナマ産が3試料である。

## 2. 硝酸分解

各試料0.5 gに硝酸5 mlを加え, 130℃で2時間, 高压分解した。その後, 分解液をすべて50 mlメスフラスコに移し入れ50 mlに定容した<sup>9)</sup>。

## 3. 装置および測定

硝酸分解した試料をICPS 1000 IV (株式会社島津製作所)を用いてMg, Ca, Al, Mn, Fe, Zn, Cuの7種類の元素を測定した。

## 4. 統計処理

統計解析には, SPSS ver.22 (IBM社)を用いて判別関数分析を行った<sup>9)</sup>。

## 結果と考察

産地ごとの測定値をもとに, 微量元素含有量を測定し判別分析を行った。まず, 中央アメリカのグアテマラ, エルサルバドル, ホンジュラス, ニカラグア, コスタリカ, パナマの6ヶ国で判別分析を行った結果を示す (Fig. 1)。求められた判別関数係数は以下の通りである。第1判別関数 $=0.922938 \times \text{Al}$ ,  $-0.75924 \times \text{Cu}$ , 第2判別関数 $=0.50118 \times \text{Al}$ ,  $0.725642 \times \text{Cu}$ 。散布図の横軸が右(+側)あるものほどAlの含有量が多く, 縦軸が上にあるものほどCuが多く含有していることを示している。それぞれの国では判別正答率は50%, 交差確認値は41%であった。なお, 判別正答率は全ケース中の正しく判別した割合であり, 交差確認値は交差確認とは判別関数の良さを検証する方法の1つである。1ケースごとに, そのケースを除いた

データで判別関数を作成し, 除いた1ケースを判別する。この作業をすべてのケースで行い, 最後に, 各ケースを正しく判別した割合を求める。その割合の値が交差確認値である。中央アメリカ6ヶ国の南側コスタリカ, パナマ, ニカラグアのプロットの重心が比較的に接近していたため, 南北の2地域を中央アメリカI (グアテマラ, エルサルバドル, ホンジュラス), 中央アメリカII (ニカラグア, コスタリカ, パナマ)に分けて同様の解析を行なった (Fig. 2)。求められた判別関数係数は以下の通りである。第1判別関数係数 $=0.874258 \times \text{Al}$ ,  $0.74381 \times \text{Fe}$ ,  $-1.0485 \times \text{Cu}$ 。その結果, 判別正答率が95%, 交差確認値は81.8%であった。このことから, 中央アメリカの近接した産地での判別は, 南北の地域にわけて行くと高い確率での産地判別が可能であることを示した。

つぎに, コロンビアとブラジルの2ヶ国での判別分析の結果, 第一判別関数係数 $= -1.46684 \times \text{Mn}$ ,  $1.464217 \times \text{Fe}$ ,  $0.43545 \times \text{Zn}$ 。判別正答率は100%, 交差確認値は92.9%であった (Fig. 3)。コロンビアやブラジルのコーヒーの産地は点在しているにも関わらず, Mn, Fe, Znの3つ

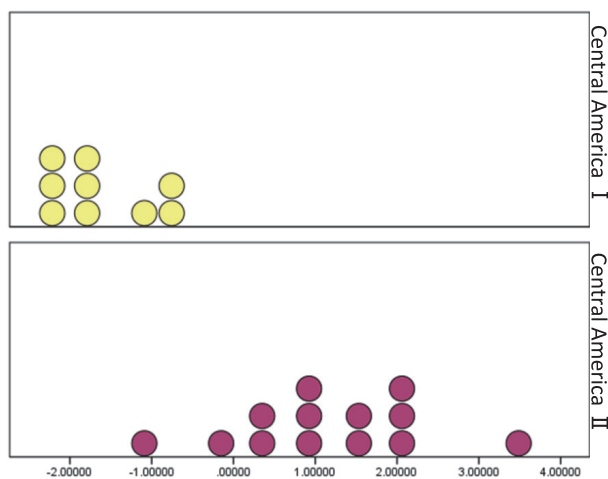


Fig. 2 Discriminant analysis diagram

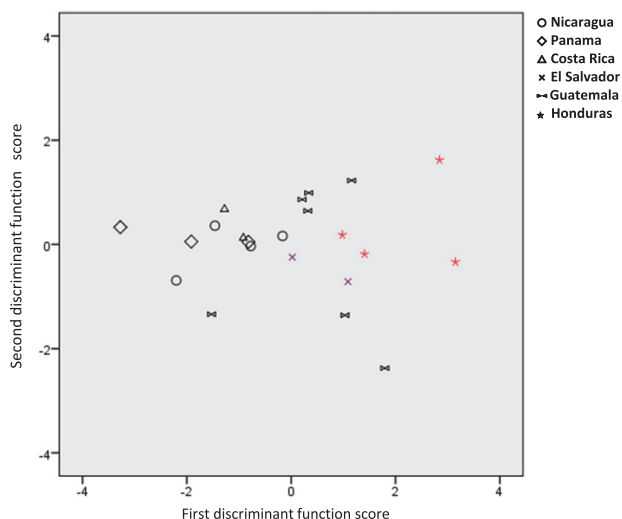


Fig. 1 Scatter diagram of trace elements concentration

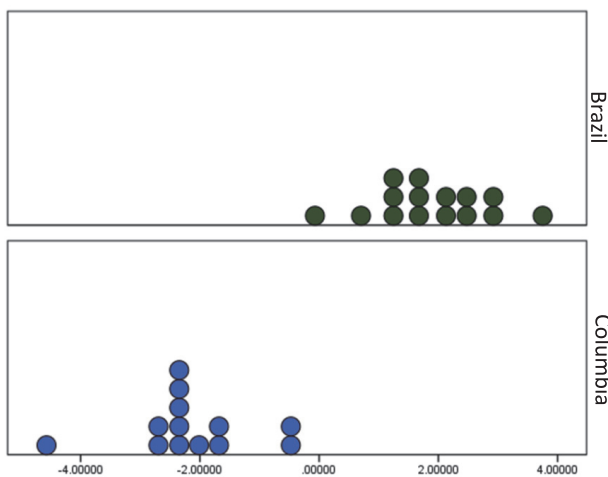
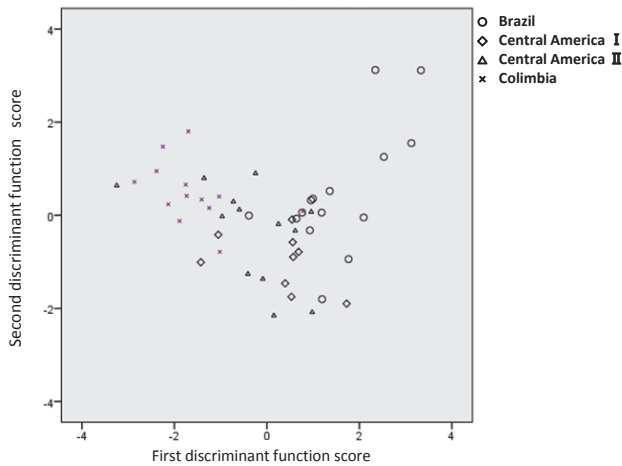


Fig. 3 Discriminant analysis diagram

**Table 1** Discrimination accuracy rate

Region	Central America I・II		Brazil・Columbia		4 areas	
	Determination rate	Cross-validation	Determination rate	Cross-validation	Determination rate	Cross-validation
Cu, Fe, Al	95.5	90.0	82.1	82.1	66.0	64.0
Mn, Fe, Zn	72.7	45.5	100.0	92.9	62.0	54.0
Mn, Fe, Zn, Cu	81.8	81.8	100.0	92.9	64.0	58.0
Mn, Mg, Fe, Zn	72.7	54.5	100.0	96.4	58.0	54.0
Mn, Mg, Fe, Al, Cu	95.5	90.9	96.4	92.9	68.0	60.0
Mn, Mg, Fe, Al, Cu, Zn, Ca	95.0	81.8	100.0	92.9	70.0	58.0



**Fig. 4** Scatter diagram of trace elements concentration

の元素を測定するだけで100%の判別が可能であることを示した。

最後に、中央アメリカの2地域にブラジル・コロンビアの2カ国を加え、同様の解析を行なった (Fig. 4)。散布図は横軸が右 (+側) あるものほど Fe, Cu の含有量が多く、縦軸が上にあるものほど Mg, Mn が多く含有していることを示した。第一判別関数係数 =  $-0.0249 \times \text{Mg}$ ,  $-0.80886 \times \text{Mn}$ ,  $0.861378 \times \text{Fe}$ ,  $0.499245 \times \text{Cu}$ 。判別正答率は 68%, 交差確認値は 60% であった。

測定した7元素の内、判別正答率の高い元素の組み合わせを示した (Table 1)。コーヒーの判別においては Mn が重要であることはこれまで明らかになっている<sup>10)</sup>。本研究においても、Mn が含まれる元素の組み合わせで正答率が高いことが示された。

これらのことから、中南米地域のコーヒー豆の産地判別には、Mn, Mg, Fe, Al, Cu の5元素を測定することで

高い判別正答率が得られることを明らかにした。

本研究により、コーヒー豆の微量元素測定による産地判別の可能性が示された。

### 参考文献

- 1) 広瀬幸雄, 圓尾修三, 星田宏司 (2007) コーヒー学入門 pp.14-15 180-185.
- 2) 財務省 通関統計 コーヒー輸入量
- 3) 全日本コーヒー協会, 全国清涼飲料工業会, 日本国内の嗜好飲料の消費の推移
- 4) Bewketu Mehari, Mesfin Redi-Abshiro, Bhagwan Singh Chandravanshi, Sandra Combrinck, Rob McCrindle (2016) Characterization of the Cultivation Region of Ethiopian Coffee by Elemental Analysis Analytical Letters Vol 49: 2474-2489.
- 5) 野地美樹, 福島綾, 内田治, 吉田宗弘, 安藤達彦 (2008) コーヒー豆中の微量元素を用いた多変量解析による地域特定. Trace Nutrients Research Vol.25: 142-146.
- 6) A. Macos, A. Fisher, G. Rea, S. J. Hill (1998) J.Anal. Atom. Chem., 13, 521.
- 7) M.J. Baxter, H.M. Crews, M.J. Dennis, I. Goodall, D. Anderson (1997) Food chem., 60, 443.
- 8) 財務省貿易統計 (2016) 日本のコーヒー生豆の国別輸入量
- 9) 後藤逸男, 村本穰司, 蛭木翠 (1992) テフロン加圧分解容器-ICP 発光分光分析法による植物の無機成分分析. 日本土壌肥科学雑誌 63-3 : 345-348.
- 10) 藤田哲 (2003) 食品のうそと真正評価, NTS, 東京 : pp.182-183.