

## II 図形表現による信州高原野草中の微量元素濃度の多変量解析

檀原 宏\*, 建石繁明\*\*, 馬場多久男\*\*\*

The graphic display of multivariate analysis for trace elements in grass

Hiroshi DANBARA\*, Shigeaki TATEISHI\*\*, and Takuo BABA\*\*\*

Face graphic method which comes under multivariate analysis was performed to distinguish as a pattern of many factors combination. Several elements concentration were arranged as a factor on the parts of human face (eyes, eyebrows, mouth, …etc).

As a result, a characteristic faces were displayed between on the pattern of elements and different aspects of grass were obtained.

### 結 言

信州高原に自生する野草類の多くは、そこに棲息する動物の飼料として利用されている。動物の飼料となるためには栄養素に富み、嗜好性が大で、かつ有害な物質を含まねることが基本条件である。前報では<sup>1)</sup>、浅間、八ヶ岳高原および伊那溪谷地域より60数種の野草を採集し、これらを熱中性子放射化分析法によって、約25種類の微量元素濃度を定量し、その平均値、頻度分布、さらに各元素間の相関関係を求めた。

微量元素の生体内における挙動、役割の著しい特徴は、各元素間の相互作用が強いことである。これらの相互作用、関連性を表現し研究する手段として、多変量解析法がある。この分野には、主成分分析法、因子分析法、多重相関法など多くのすぐれた方法が提出されている。これらはどれも数学的には十分吟味され、理論的に確定されているが、取扱う次元が高くなるにつれて、きわめて複雑となり、抽象化された局面が多くなるので、結果の解釈が現実の認識に伴わなくなる。

この点を克服するために、Chernoff<sup>2)3)</sup>は、各因子の組合せの総合された特徴を、人の顔の表情として表現することを提唱した。すなわち、顔を構成する因子に、眉、目、鼻、口および顔の輪郭などがあるが、それぞれの因子を変数とし、これを説明変数に対応させて、顔形 (face graph) を画いた。得られた顔形は、それぞれ異なった表情を現わしている。これを感覚的に捉えて、いくつかの説明変数 (因子) の総合された相異を知ろうとするものである。

草中の個々の元素濃度は、それぞれ数値的に表現されているが、このままでは各元素濃度の組合わさった、総合的な結果の違いを知ることは不可能である。そこで今回は Chernoff の顔形グラフ法を適用し、その表情による総合的な表現を試みたので報告する。

### 試料およびデータ

前報 I で得られた、信州高原の牧野草に含まれる微量元素濃度の値 (草種……約60種, 元素……約25種類) を対象とした。解析に用いた数値は、前報と同様である<sup>1)</sup>。

### 顔形図型 (face graph)

顔形に使用される因子 (説明変数) は、現在18項目が開発されているが、今回はそのうち5種類の因子 (元素の種類) を用い、他は固定 (常数化) した。これを表 I および図 I に示した。さらに因子 (元素濃度) の組合せは下記の通りで、それぞれ3つのグループにより構成される。

グループ	因子 (説明変数)				
	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>12</sub>
I	Na	Mg	K	Ca	Ba
II	Cl	Mn	Fe	Zn	Sb
III	Co	Se	Mo	Cs	Au
	顔(上)	顔(下)	鼻	口	目

これらグループを、さらに草の採取地域 (A: 浅間高原, Y: 八ヶ岳高原, I: 伊那溪谷地帯) に3別した。(前報に同じ)

Faculty of Agriculture, Shinshu University

\* 信州大学農学部 畜産科, \*\* 園芸農学科, \*\*\* 林学科

結果および考察

各因子にそれぞれ変数を対応させて作図した結果を、表2に示す。表2では各採取地(A, Y, I)の草中の各元素濃度をそれぞれ平均して、顔形グラフを作図した。また各地区におけるいくつかの草の元素濃度組成を画いたものである。これらにより元素の濃度の相違が、その組合せパターンに対応した顔の表情の変化として明りように表現されている。さらに詳細には、表2, 図2, 3および4に現われている。ここでは、60点余の全試料の平均値の組成表情をも加えた。また、各草の元素濃度の表情をいくつかの例をとって表示した。これにより、明らかに組成パターンによって、顔の表情の違いを把握することができる。

ただし、この方法では各組合せを全体的に感覚的に把握するのみで、そこには数量的な測度が現われていない。多変量解析の一つの方法として顔形図形法は一面的な意義は大きいが、これのみでは不十分で、他の多変量解析手法と組合せて使用すべきである。

本研究は統計数理研究所の共同利用研究のシステムによって遂行された。同所の教授駒沢勉博士には終始御懇切な御指導を賜わった。同所および博士に衷心より深謝の意を捧げる。

参考文献

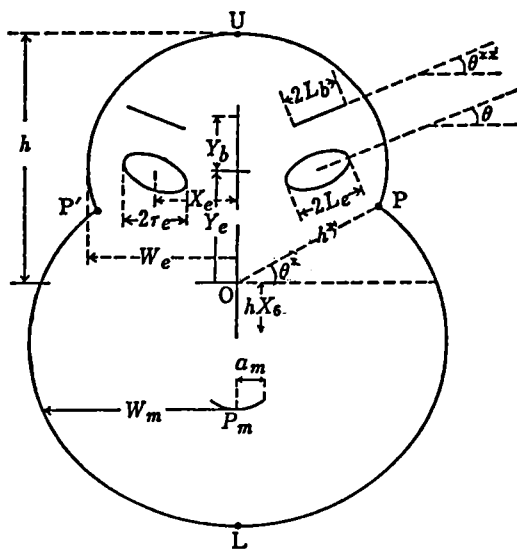
- 1) 檀原 宏, 建石繁明, 馬場多久男: 信州高原に自生する牧野草中の微量元素濃度に関する研究, I 浅間, 八ヶ岳高原および伊那渓谷地帯の野草中の濃度分布一, 信大環境科学論集No.10 (1988), 投稿中
- 2) Chernoff, H.: The use of face to represent points in k-dimensional space graphically, J. Amer. Statist. Assoc., 68, 361-368 (1973)
- 3) 脇本和昌, 後藤昌司, 松原義弘: 多変量グラフ解析法, 朝倉書店 (1987)

表1 Variates for face graph

変数	顔を描く変数	変換式	備考
$X_1$	$h^*$	$h^* = \frac{1}{2}(1 + X_1)H$	OPの長さ, Hは顔の大きさの倍率
$X_2$	$\theta^*$	$\theta^* = (2X_2 - 1)\pi/4$	X軸とOPの角度
$X_3$	$h$	$h = \frac{1}{2}(1 + X_3)H$	顔のOU(=OL)の長さ
$X_4$	$X_4$		顔の上半分の眉門の離心率
$X_5$	$X_5$		顔の下半分の眉門の離心率
$X_6$	$X_6$		鼻の長さ( $hX_6$ )
$X_7$	$\rho_m$	$\rho_m = h(X_7 + (1 - X_7)X_8)$	口の位置
$X_8$	$X_8$		口の曲率(半径 $h/ X_8 $ )
$X_9$	$a_m$	$a_m = X_9(h/ X_8 )$ or $X_9 W_m$	口の幅
$X_{10}$	$Y_e$	$Y_e = h(X_{10} + (1 - X_{10})X_8)$	目の位置
$X_{11}$	$X_{11}$	$X_{11} = W_e(1 + 2X_{11})/4$	目の中心の離れ具合
$X_{12}$	$\theta$	$\theta = (2X_{12} - 1)\pi/5$	目の傾き
$X_{13}$	$X_{13}$		目の眉門の離心率
$X_{14}$	$L_e$	$L_e = X_{14} \min(X_8, W_e - X_8)$	目の幅の半分
$X_{15}$	$X_{15}$		ひとみの位置
$X_{16}$	$Y_e$	$Y_e = 2(X_{16} + 0.3)L_e X_{15}$	目から唇の位置
$X_{17}$	$\theta^{**}$	$\theta^{**} = \theta + 2(1 - X_{17})\pi/5$	唇の傾き
$X_{18}$	$L_e$	$L_e = r_e(2X_{18} + 1)/2$	唇の長さ( $2L_e$ )

注:  $W_e$  は  $Y_e$  の高さでの顔の輪郭までの距離。

図1



$X_4, X_5, X_6, X_8, X_{12}$  の変数を対応し, 他は固定 (常数化)。

(脇本ら: 多変量グラフ解析法 p. 65, 66 ('87), 朝倉書店)

表2 Elements concentration in grass on three areas

各地帯における草中の元素含量 (平均値)

元素組合せ	元素	浅間高原(A)	八ヶ岳高原(Y)	伊那溪谷(I)
		ppm	ppm	ppm
I	Na	48.42	38.50	106.76
	Mg	2521.10	2162.87	2846.44
	K	1040.18	920.35	1702.18
	Ca	937.74	1395.12	994.40
	Ba	3.73	8.38	3.71
II	Cl	2737.20	2879.43	6295.55
	Mn	127.75	242.85	128.72
	Fe	11.96	10.40	24.40
	Zn	2.66	2.31	2.56
	Sb	4.86	4.95	5.47
III	Co	19.59	10.82	25.48
	Se	1.08	-	1.83
	Mo	7.37	4.60	11.53
	Cs	6.72	5.41	5.97
	Au	2.48	2.56	1.92

Elements concentration in grass and face graph

草中の元素組成とその顔形グラフ

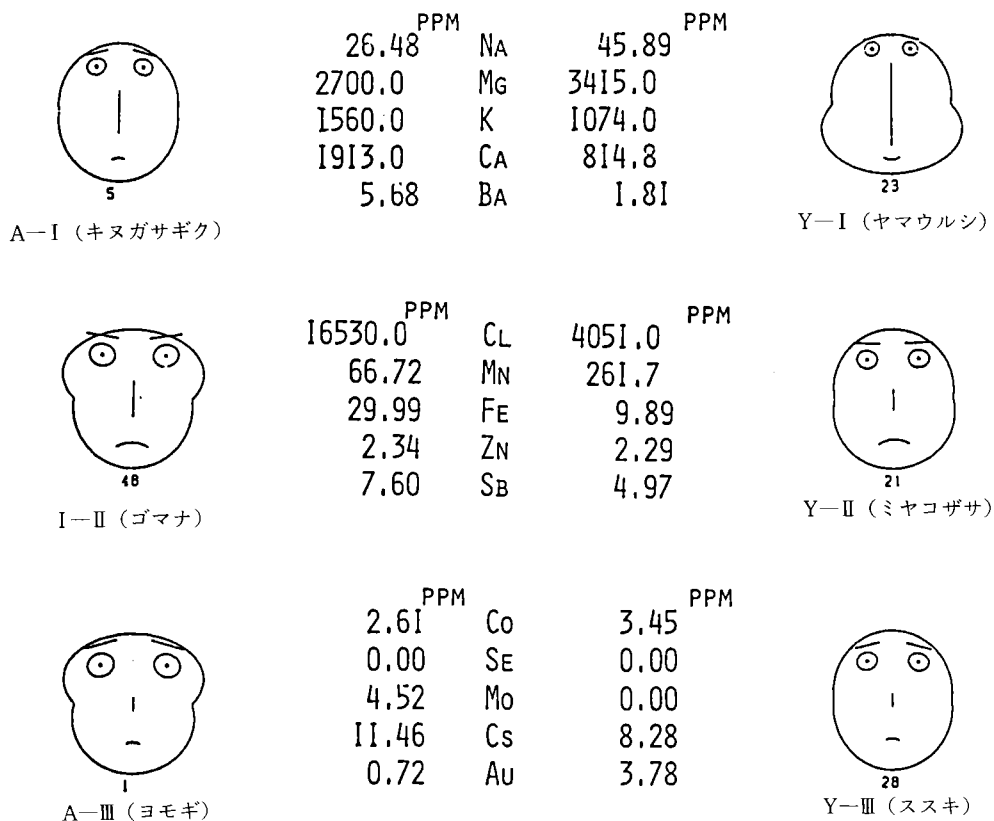
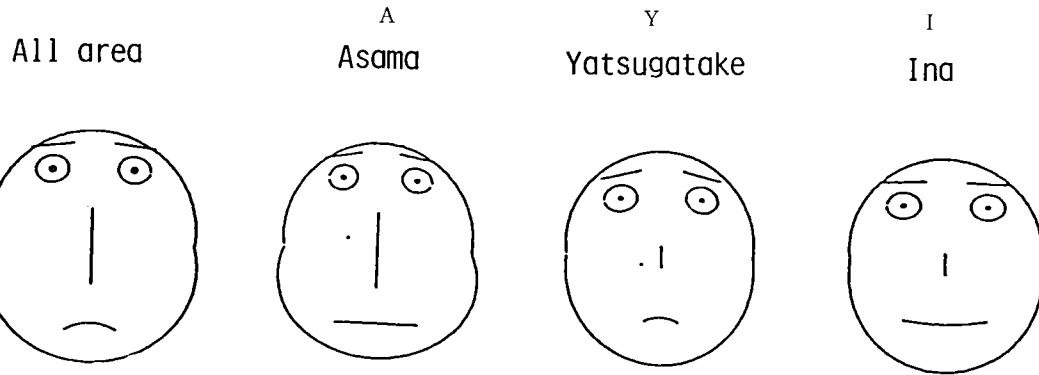


図2 Elements concentration : I group (Na, Mg, K, Ca, Ba)



元素 顔の対応部分 基準化した変数

Na : 顔の上半分

X<sub>4</sub>

Mg : 顔の下半分

X<sub>5</sub>

K : 鼻の長さ

X<sub>6</sub>

Ca : 口の曲率

X<sub>8</sub>

Ba : 目の傾き

X<sub>12</sub>

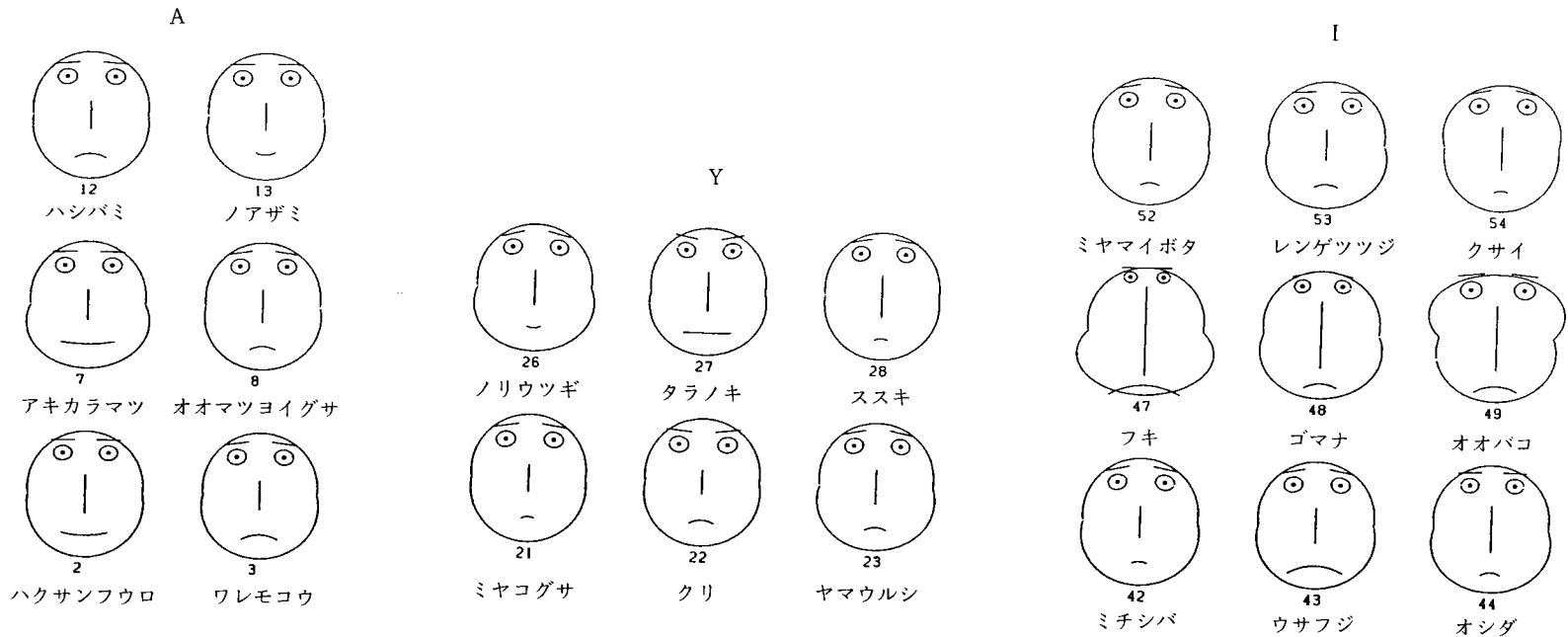
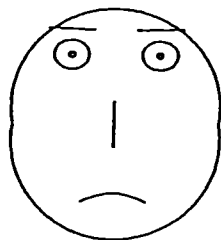
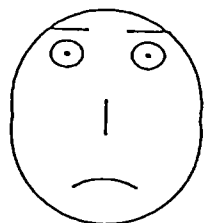


図3 Elements concentration : II group (Cl, Mn, Fe, Zn, Sb)

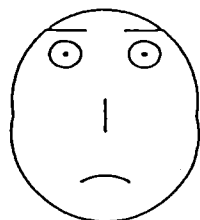
A  
All area



Y  
Asama



Yatsugatake



I  
Ina



元素 顔の対応部分 基準化した変数

- Cl : 顔の上半分 X<sub>4</sub>
- Mn : 顔の下半分 X<sub>5</sub>
- Fe : 鼻の長さ X<sub>6</sub>
- Zn : 口の曲率 X<sub>8</sub>
- Sb : 目の傾き X<sub>12</sub>

A

 13 ノアザミ	 14 ヌカボ	 15 ヌカボ
 8 オオマツヨイグサ	 9 ワラビ	 10 ススキ
 3 ワレモコウ	 4 サクヒヨドリ	 5 キヌガサソウ

 27 タラノキ	 28 ススキ
 22 クリ	 23 ヤマウルシ

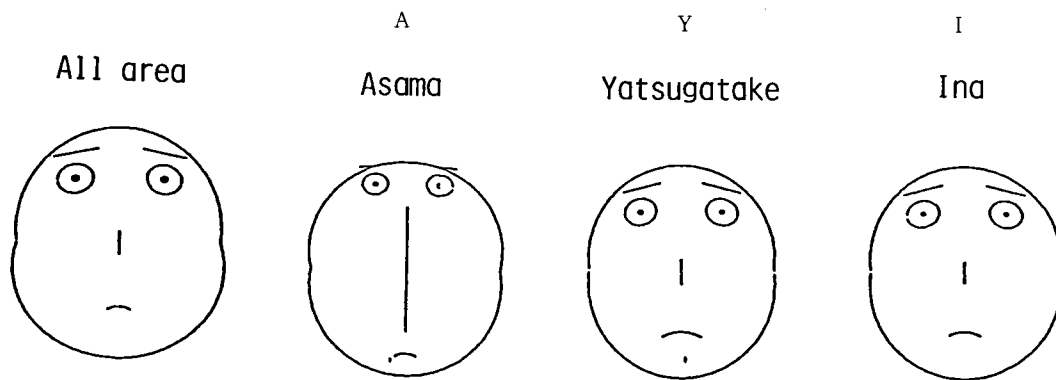
Y

 24 ヤマブドウ	 25 ツノハシバミ
-----------------	------------------

I

 53 レンゲツツジ	 54 クサイ
 48 ゴマナ	 49 オオバコ
 43 クサフジ	 44 オシダ

図4 Elements Concentration : III group (Co, Se, Mo, Cs, Au)



元素 顔の対応部分 基準化した変数

Co : 顔の上半分  $X_4$

Se : 顔の下半分  $X_5$

Mo : 鼻の長さ  $X_8$

Cs : 口の曲率  $X_6$

Au : 目の傾き  $X_{12}$

