

研究資料

主成分分析を用いた給食施設における献立管理評価の試み

朝見祐也^{1*}, 大野友峰子², 杉山亜紀¹, 杉尾直子¹, 池田清和³¹南九州大学健康栄養学部管理栄養学科; ²相模女子大学栄養科学部健康栄養学科; ³神戸学院大学栄養学部

2012年10月11日受付; 2013年1月29日受理

Evaluation method by principal component analysis of menu management in mass food-service institutions

Yuya Asami^{1*}, Yumiko Ono², Aki Sugiyama¹, Naoko Sugio¹, Kiyokazu Ikeda³¹Department of Nutrition Management, Faculty of Health and Nutrition, Minami Kyushu University;²Department of Nutrition and Health, Faculty of Nutritional Sciences, Sagami Women's University;³Faculty of Nutrition, Kobe Gakuin University

Received October 11, 2012; Accepted January 29, 2013

The present study was conducted to present an analytical method of menu management in mass food-service institutions as the illustrative analytical case. Menu management data on meals provided in the refectory attached to the M university was statistically analyzed with principal component analysis. Thirty-three menus provided in the refectory were analyzed. The present study shows that principal component analysis can classify menu characteristics of the meals based on the menu management data. These findings suggest that principal component analysis can be utilized as an effective method of evaluation of menu management. We conclude that the evaluation method by principal component analysis of menu management in mass food-service institutions can be proposed as the illustrative analytical case.

Key words: institutional food service management, mass food-served institution, menu management.

緒言

給食施設の給食経営管理業務は、献立管理をはじめとして、経営管理、衛生管理、施設・設備管理、生産管理等さまざまな業務から構成されている。なかでも献立管理は、喫食者の健康の保持・増進、健全な発育・発達、疾病の治癒・改善、QOLの向上という給食提供の目的を達成するうえで重要な給食経営管理業務の1つである¹⁾。献立管理は、給与栄養目標の設定、食品構成の作成、献立作成、喫食後の献立評価(残菜量・食事満足度など)などの業務から成り立っている²⁾。献立管理を円滑に遂行していく上には、その給食施設での献立管理の評価を行うことが極めて重要となっている³⁾。実際に給食施設では、献立管理の評価として、喫食者の給食の喫食後の実

給与栄養量の調査や残菜量調査、食事の満足度調査などの調査が行われている³⁾。しかしながら、喫食後に得られる献立管理の評価データの分析方法や、分析結果の活用法などの事例報告はあまり行われていない現状がある。

本研究は、統計解析の手法の1つである多変量解析の主成分分析を用いて、給食施設で提供される食事の献立管理の評価データの分析を試み、当該評価データの分析方法の一例を示すことを目的とした。

調査方法

1. 調査対象及び実施時期

管理栄養士養成課程を有するM大学実習食堂で提供された給食の食事の献立管理評価データを調査対象とした。M大学実習食堂は、管理栄養士養成課程の2年次および3年次学生が履修する給食経営管理論実習I・IIの授業で調製された給食を昼食のみ提供している。給食数は1回につき100食であり、1種類の

*連絡著者: 〒880-0032 宮崎市霧島5丁目1-2 南九州大学健康栄養学部管理栄養学科; Tel, 0985-83-2111; Fax, 0985-83-3383; E-mail, asami@nankyudai.ac.jp

定食（主食・主菜・副菜・汁物・デザートを中心とする定食）を提供する定食方式を採用している。給食の対象は、M大学および併設する短期大学の学生・教職員である。献立管理を含めた給食経営管理業務を担当するのは、給食経営管理論実習Ⅰ・Ⅱを履修している学生であり、給食経営管理論実習Ⅰ・Ⅱの授業を通じて担当教員の監督・指導のもと業務を行っている。提供する昼食の給与栄養目標量は、エネルギー：750kcal、たんぱく質：28.0g、脂質：21.0g（1日分の給与栄養目標量がエネルギー：2,000kcal、たんぱく質：75.0g、脂質55.0gとして、朝1：昼1.5：夕1.5に配分したうちの昼食分の目標量）である。献立の作成時（献立立案・計画時）に使用した食品構成表を表1に、食品構成表から算出した栄養比率を表2に示した。

2. 調査に用いた定食の献立管理評価データ

2008年5月から2010年7月までに提供された33の定食を調査の対象とした。献立管理評価データとして、提供された定食のエネルギー量（kcal）およびナトリウム量（mg）を算出し、栄養比率（%）（たんぱく質

表1. 献立の作成時に使用した食品構成表

食品群	純使用量 (g)	エネルギー (kcal)	たんぱく質 (g)	脂質 (g)
魚介類	30	38	5.3	1.6
肉類	30	73	5.4	5.3
乳・乳製品	35	23	1.2	1.3
卵類	10	16	1.2	1.1
緑黄色野菜	55	14	0.8	0.1
その他の野菜	75	23	1.1	0.2
海藻類	1	1	0.2	Tr
いも類	30	22	0.5	0.1
果実類	55	36	0.5	0.1
穀類	120	376	9.1	2.6
豆類	20	29	1.9	1.5
油脂類	10	76	0.1	8.1
砂糖類	15	47	Tr	Tr
合計	486	774	27.3	22.0

表2. 食品構成表から算出した栄養比率

	比率 (%)
P比	14.1
F比	25.6
C比	60.3
穀エネ比	48.6
動たん比	48.0

P比：たんぱく質エネルギー比，F比：脂質エネルギー比，C比：炭水化物エネルギー比，穀エネ比：穀類エネルギー比，動たん比：動物性たんぱく質比，P比：たんぱく質エネルギー比，F比：脂質エネルギー比，C比：炭水化物エネルギー比，穀エネ比：穀類エネルギー比，動たん比：動物性たんぱく質比

エネルギー比（以下P比），脂質エネルギー比（以下F比），炭水化物エネルギー比（以下C比），穀類エネルギー比（以下穀エネ比）および動物性たんぱく質比（以下動たん比）を算出した（すべて予定献立の栄養価ではなく，提供時の実給与栄養量により算出（残菜量による補正はせず，盛り付け残量による補正は行った））。

一方，提供された定食について，残菜の秤量を行い，残菜率（%）を算出した。提供された各定食は調理終了時点でできあがり総量の秤量を行い，定食提供後に盛り付け残量を秤量した。さらに定食提供後の喫食者が食べ残した残菜は，専用の容器に入れてもらい，残菜の秤量を行った。各秤量により得られたできあがり総量，盛り付け残量および残菜量をもとにして次式により残菜率を算出した。

$$\text{残菜率 (\%)} = \frac{\text{残菜量}}{(\text{できあがり総量} - \text{盛り付け残量})} \times 100$$

他方，定食の喫食者には，質問表を用いた満足度調査を行い定食の総合評価を評定尺度法で5段階評価（5：大変良い，4：良い，3：普通，2：悪い，1：大変悪い）した。提供された定食の番号，料理名，献立パターン（各国料理様式分類および主菜の材料分類）および満足度調査の有効回答数を表3に示した。

得られた献立管理評価データから提供献立の特徴づけをするために，多変量解析の主成分分析を用いて分析を行った。主成分分析によって献立管理評価データの特性をもとに主成分を抽出し，主成分1および2の値を用いてマッピングすることにより提供献立の特徴を探った。主成分分析に用いたデータは，得られたデータのうち，各定食の「エネルギー量」，「ナトリウム量」，「P比」，「F比」，「C比」，「穀エネ比」，「動たん比」，「残菜率」および「満足度調査の総合評価」とした。

3. 統計解析

統計解析には，マイクロソフトエクセル（日本マイクロソフト株式会社）およびエクセル多変量解析（株式会社エスミ）を用いて解析を行った。

結果

対象施設で提供された33の定食（以下対象献立）のエネルギー量，ナトリウム量，PFC比等の献立管理評価データを表4に示した。対象献立の栄養比率について，目標としていた食品構成表から算出した栄養比率（表1および2）に対して，P比が+0.5%，F比が-3.1%，C比が+2.6%，動たん比が+0.6%であり，それぞれの栄養比率が目標の比率に比べ約±3%の範囲にあった。一方，穀エネ比については目標よりも-5.5%低く，他の栄養比率に比べ目標との差が大きかった。対象献立のエネルギー量，ナトリウム量および栄養比率データにおいて，動たん比，ナトリウム量およびF比の変動が比較的大きく，一方，エネルギー量，C比および穀類エネ比の変動が比較的小さいという結果が得られた。残菜率については，平均値が2.48%であり，変動係数については大きく，提供された定食間で大き

表3. 対象施設で提供された献立

献立 番号	主食	主菜	副菜	汁物	デザート	パターン	満足度調査 回答数(件)
1	ごはん	チキン南蛮	切干大根の煮物	ワカメとかぼちゃの 味噌汁	白玉団子	和・鶏	89
2	ごはん	鶏のコーンフレーク 焼き	野菜サラダ	冷製かぼちゃスープ	ヨーグルトムース	洋・鶏	88
3	ゆかりごはん	豆腐の野菜あんかけ	キャベツとわかめの 胡麻和え	具たくさん味噌汁	ミルクずもち	和・豆	73
4	ちらし寿司	もやし豚肉巻	里芋の煮物	すまし汁	寒天ゼリー	和・豚	96
5	ごはん	鯖のトマト煮	タコときゅうりのマリネ	オニオンスープ	ハチミツパイン シャーベット	洋・魚	90
6		ビビンバ	豆腐とニラの炒め物	卵スープ	フルーツ入りタピオカ	中・牛	84
7	ごはん	鶏のトマトソースがけ	マカロニサラダ	ピシソワーズ	かぼちゃプリン	洋・鶏	82
8	麦ごはん	鮭とキノコの ホイル焼き	三色野菜の ツナ胡麻和え	大根の味噌汁	スイートポテト	和・魚	83
9	ごはん	鶏の香草焼き	ポテトサラダ	ミネストローネ	カップケーキ	洋・鶏	81
10	ごはん	鯖の味噌煮	ひじきの煮物	すまし汁	みかん入り牛乳寒	和・魚	77
11		オムライス	野菜サラダ	ポトフ風スープ	アセロラゼリー	洋・鶏	86
12	ごはん	豆腐ハンバーグ	小松菜の 柚子胡椒ひたし	かぼちゃの味噌汁	和風パンナコッタ	和・牛	85
13	麦ごはん	豚とピーマンの 細切り炒め	なすのお浸し	中華風コンソメスープ	オレンジシャーベット	中・豚	92
14	パン	ハンバーグ	コールスローと マッシュポテト	コンソメスープ	リンゴのコンポート	洋・牛	72
15	ごはん	筑前煮	おぐらの和えもの	アスパラとしめじの 豆乳味噌汁	抹茶白玉	和・鶏	90
16		シーフードカレー	ヨーグルトサラダ	キャベツの コンソメスープ	フルーツゼリー	洋・魚	76
17	麦ごはん	すき焼き	ピーマンのお浸し	具たくさん味噌汁	ミルクわらびもち	和・牛	92
18		冷やし中華	シュウマイ	餅入り中華スープ	黒ゴマカステラ	中・鶏	91
19	ごはん	梅カツオダレの 冷しゃぶ	なすの煮物	長いものすまし汁	枝豆水ようかん	和・豚	84
20	ごはん	麻婆豆腐	春雨サラダ	レタスの中華スープ	杏仁豆腐	中・豆	94
21	ごはん	鶏のパン粉焼き	マカロニサラダ	トマトスープ	リンゴヨーグルト	洋・鶏	88
22	ごはん	チキンステーキ	野菜サラダ	キノコスープ	デコレーションケーキ	洋・鶏	94
23		牛丼	ほうれん草の 黒胡麻和え	具たくさん味噌汁	みたらし団子	和・牛	92
24	ごはん	揚げないチキン南蛮	ワカメとオクラの 梅さっぱり和え	里芋のすまし汁	和風ミルクプリン	和・鶏	97
25	ごはん	豚キムチ	ナムル	ほうれん草と卵の お吸い物	寒天ヨーグルト	中・豚	96
26	ごはん	肉団子のトマトソース	野菜サラダ	コンソメスープ	きな粉クッキー	洋・豚	96
27	ごはん	白身魚の ピリ辛あんかけ	白菜ときくらげの 中華煮	中華スープ	サツマイモ胡麻団子	中・魚	97
28		三色丼	ひじきの煮物	けんちん汁	抹茶プリン	和・鶏	95
29	ごはん	揚げない白身魚フライ	ポテトサラダ	野菜スープ	チョコバナナ	洋・魚	91
30	ごはん	ホイコーロー	なすの そぼろあんかけ	オクラの中華スープ	梅ゼリー	中・豚	94
31	ごはん	鶏パン粉焼き トマトソース	かぼちゃサラダ	コンソメスープ	プリン	洋・鶏	74
32	ごはん	麻婆豆腐	春雨サラダ	中華スープ	サツマイモとリンゴの タルト風	中・豆	88
33	ごはん	鮭のホイル焼き	ほうれん草のおひたし	かきたま汁	牛乳かん	和・魚	92

和: 日本料理, 洋: 西洋料理, 中: 中華料理, 牛: 牛肉が原料の主菜, 豚: 豚肉が原料の主菜, 鶏: 鶏肉が原料の主菜, 魚: 魚介類が原料の主菜, 豆: 豆類が原料の主菜

な差異のあることがわかった。満足度調査については、5点満点中4.53点であり、変動係数については小さく、提供された定食間の満足度の差異は大きいものではなかった。

対象献立の献立管理評価データを主成分分析にかけ、得られた主成分値をもとにマッピングした結果を図1に示した。主成分1はF比などを主軸として、主成分2は、C比などを主軸として対象献立がマッピングされた。この主成分分析により対象献立を図1に示したような「高F比・低C比食群」、「低F比・低C

比食群」、「高F比・高C比食群」、「低F比・高C比食群」および「中間食群」という特徴を基に大きく5つの群に分けられることが明らかとなった。

考 察

今回の分析では、中間食群は今回の対象献立の中に限っては栄養比率の整った献立であり、他の群は中間群と比較して栄養比率の整っていない群と見ることが

表4. 対象献立の献立管理評価データ

献立番号	エネルギー量 (kcal)	ナトリウム量 (mg)	P比 (%)	F比 (%)	C比 (%)	穀エネ比 (%)	動たん比 (%)	残菜率 (%)	満足度 (点)
1	859	1497	14.2	26.6	59.2	42.6	58.9	1.80	4.64
2	812	1587	17.4	19.4	63.2	36.9	51.4	0.91	4.32
3	784	1653	18.4	25.8	55.8	37.8	17.8	6.69	4.47
4	828	2006	12.3	22.4	65.3	44.8	41.6	1.78	4.56
5	787	1860	13.8	13.4	72.8	38.5	66.9	2.91	4.55
6	801	2281	11.7	26.4	61.9	40.0	32.5	3.42	4.60
7	766	1235	15.7	23.4	60.9	44.5	54.5	1.47	4.34
8	700	1803	15.8	24.3	59.9	44.1	52.0	0.57	4.70
9	784	2323	15.2	29.3	55.5	43.2	54.0	1.60	4.58
10	770	2288	15.5	20.0	64.5	36.9	47.2	2.08	4.62
11	732	1779	14.6	18.3	67.1	41.4	54.6	2.26	4.36
12	706	1454	15.5	24.9	59.6	40.4	59.3	2.31	4.54
13	706	1418	13.9	25.6	60.5	45.2	54.5	1.35	4.78
14	749	2082	15.3	21.0	63.7	49.9	30.0	0.57	4.28
15	739	1840	13.5	17.8	68.7	48.6	33.6	1.88	4.56
16	782	2152	12.2	22.4	65.4	40.9	56.1	1.68	4.53
17	723	1657	11.5	23.8	64.7	39.1	34.3	6.32	4.78
18	766	1954	15.4	27.5	57.1	53.0	38.8	3.69	4.34
19	677	1939	17.3	21.7	61.0	42.7	50.3	2.79	4.60
20	728	974	12.3	17.8	69.9	39.1	28.7	2.06	4.62
21	763	1039	20.4	20.5	59.1	48.5	66.9	2.33	4.66
22	760	1100	20.9	18.2	60.9	52.9	73.0	1.70	4.66
23	788	1874	12.4	17.8	69.8	53.6	48.4	3.42	4.71
24	726	2331	15.3	24.9	59.8	40.4	56.1	3.13	4.35
25	682	1912	12.9	22.4	64.7	41.8	50.9	3.54	4.67
26	691	2237	13.4	29.0	57.6	32.4	32.9	1.91	4.33
27	669	1802	12.4	15.1	72.5	44.1	49.8	1.36	4.41
28	761	1837	14.8	20.8	64.4	46.8	57.8	1.10	4.75
29	700	916	13.0	24.2	62.8	44.7	54.4	2.87	4.55
30	726	1843	10.9	31.4	57.7	39.3	50.5	4.99	4.16
31	884	1261	13.9	30.1	56.0	42.3	57.8	1.62	4.58
32	691	1820	13.7	20.2	66.1	47.5	31.6	1.40	4.66
33	671	2529	16.2	20.5	63.3	42.5	58.7	3.80	4.51
平均値	749	1756	14.6	22.5	62.9	43.1	48.6	2.48	4.53
標準偏差	47	406	2.5	4.3	4.7	5.1	12.7	1.50	0.16
変動係数	6.25	23.10	16.89	18.99	7.43	11.86	26.08	59.50	3.58

P比：たんぱく質エネルギー比，F比：脂質エネルギー比，C比：炭水化物エネルギー比，エネ比：穀類エネルギー比，動たん比：動物性たんぱく質比
満足度の点数は5点満点

できる。今回分析された結果は、栄養比率上偏りのある献立の有無やその数の多少を見分けるものとして利用できるものと考えられる。栄養比率上偏りのある献立のあることは大きな問題とならないが、偏りのある献立の数が多いことには問題が多い。当該分析を行った施設の献立において、どの栄養素（栄養比率）に偏りがあって、その偏りのある献立がどの程度あるのかを把握するのに当該分析は活用が期待される。また通常の献立欠点分析では、かなりの数の献立表の中から欠点を見つけ出すという膨大な業務量が大きな負担となるが、当該分析を活用すれば、図1のようなマッピングの図を示すことによって、栄養比率上偏りのある等の献立の有無とその数を『一目で把握できる』等の利点がある。今回の分析では栄養比率に関する項目が主成分の主軸となったが、残食率や満足度が主成分の主軸となった場合でも献立の欠点分析として活用できると考えられる。サイクルメニューを導入している施設においては、定期的なメニューの欠点分析の1つの手法として本分析法が活用できるのではないかと考える。さらに他の活用法として、病院給食などにおいて、一般食の食事の献立管理データを当該分析にかけ、その結果、例えば「低タンパク質食群」などのようなところに分類された食事は、「腎臓病食への候補献立にする」という「特別治療食候補検索」も当該分析によって可能ではないかと考える。

以上の結果から、多変量解析の主成分分析を用いて、対象献立の特徴を献立管理評価データに基づいて分類することができ、当該分析が献立管理評価の分析手法の一つとして活用できる可能性を示唆することができ

た。

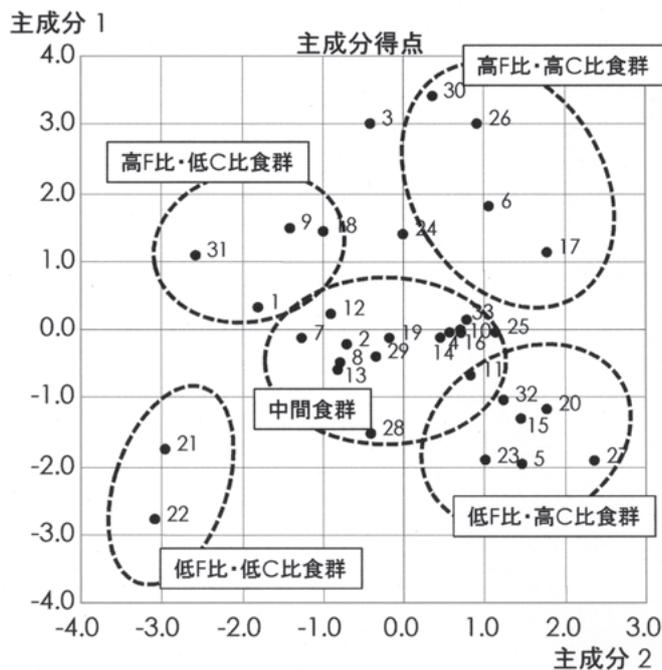
今回の主成分分析で得た結果は1給食施設の献立管理評価データを用いた分析の一例であり、他の給食施設での献立管理評価データを用いて分析した場合、異なる結果が得られると考えられる。各給食施設のデータで当該分析を行う場合は、得られた結果から各施設でそれぞれの考察を十分にいき、データを活用する必要がある。

要約

本研究は、給食施設における献立管理評価の分析方法の一例を示すことを目的として、M大学実習食堂で提供されている定食の「エネルギー量」、「ナトリウム量」、「PFC比」、「穀エネ比」、「動たん比」、「残菜率」および「満足度」の献立管理評価データを多変量解析法の主成分分析で分析した。

主成分分析を用いて、対象献立の特徴を献立管理評価データに基づいて分類することができ、当該分析が献立管理評価の分析手法の一つとして活用できる可能性を示唆することができた。

今回示された関係は、献立作成業務の重要な情報源として活用できるものと考えられる。以上の結果から、統計解析の手法の一つである主成分分析を用いた給食施設の献立管理評価の分析方法の一例を示すことができた。



特性	固有ベクトル		負荷量	
	主成分 1	主成分 2	主成分 1	主成分 2
エネルギー量	0.059	-0.299	0.088	-0.412
ナトリウム量	0.242	0.324	0.362	0.446
P比	-0.143	-0.493	-0.213	-0.679
F比	0.556	-0.284	0.832	-0.390
C比	-0.445	0.516	-0.666	0.710
穀エネ比	-0.356	-0.216	-0.533	-0.297
動たん比	-0.287	-0.373	-0.430	-0.514
残菜率	0.333	0.160	0.499	0.220
満足度	-0.302	-0.063	-0.452	-0.086
固有値			2.24	1.89
累積寄与率 (%)			24.92	21.04

図1. 対象献立の献立管理評価データの主成分分析結果

図中の数字は、献立番号を示す。P比:たんぱく質エネルギー比、F比:脂質エネルギー比、C比:炭水化物エネルギー比、穀エネ比:穀類エネルギー比、動たん比:動物性たんぱく質比

参考文献

- 1) 小松龍史, 外山健二, 朝見祐也 (2011) 管理栄養士講座改訂給食経営管理論 pp.73-74 建帛社.
- 2) 管理栄養士国家試験教科研究会 (2008) 管理栄養士受験講座給食経営管理論 pp.24-25 第一出版.
- 3) 中山玲子, 小切間美保 (2010) 新食品・栄養科学シリーズ給食経営管理論 (第2版) 新しい時代のフードサービスとマネジメント pp.36-38 化学同人.