

給食の栄養量評価について —近赤外分光法の有用性に関する検討—

加藤チイ *・吉田侑加 *・佐藤幸子 **・奈良一寛 ***

* 食生活科学科 病態栄養管理学研究室 ** 食生活科学科 調理学第二研究室
*** 食生活科学科 食品化学研究室

Usefulness of near-infrared spectrophotometry in the nutritional assessment of food service items

Chii KATO *, Yuka YOSHIDA*, Sachiko SATO** and Kazuhiro NARA***

*, **, *** *Department of Food and Health Sciences, Jissen Women's University*

The nutrition of meals provided in a food service program was assessed. Nutrition quantity (energy, protein, lipid, carbohydrate) of two menus was assessed by chemical analysis, near-infrared spectrophotometry, and a food composition table. The ratio of the spectrophotometric value to the chemical value (%) and that of the table-calculated value to the chemical value (%) were within 80%–120%. Carbohydrate quantity was overestimated in the “Hijiki-rice menu” that included soup and black-colored food. The nutritional composition of 26 dishes was quantified using regression lines for spectrophotometry and table values. High correlation was observed for energy ($R^2 = 0.955$). The same tendency was observed for proteins, lipids, and carbohydrates. Spectrophotometry values for a mixture of dishes were compared with those for each dish. Similar results were observed for the “grilled-fish,” “fried-fish,” and “okara-containing-hamburger” items, while the energy of a mixture of “cooked rice with various ingredients and cooked pork” was overestimated. Spectrophotometry values correlated with chemical analysis and Table values, indicating their value for the nutritional assessment of food service items. Large errors in spectrophotometry values were evident for food items based on black-colored materials, such as seaweed, or items with high water content, such as soup and miso soup.

Keywords : near - infrared spectrophotometry (近赤外分光法) calorie answer (カロリーアンサー)
nutritional management (栄養管理) food services (給食)

1. はじめに

栄養士養成のための教育モデル・コア・カリキュラムにおいて、栄養士に求められる基本的な能力として、「食事の管理を中心とした栄養管理能力」がある。栄養士は入院患者、福祉施設利用者、勤労者などさまざまな対象者の給食に携わっており、科学的に精度管理した食事を提供する態度が必須である。給食の栄養量を詳細に研究した報告は、丸田らによる化学分析実測値と食品成分表計算値の献立単位の比較検討¹⁾、池畑、大菅の食品成分表の計算値による献立の栄養量に関する報告^{2) 3)}はあるが、実測値を料理毎に評価・分析した報告は少ない。

近年、食品製造の品質管理が重要視され、多種類の食品を栄養分析する必要性が高まっている⁴⁾。非破壊分析法は対象物に入力したエネルギーが出力される際の影響の度合いから対象物の理化学的特性に関する情報を得る方法であり、近赤外分光法は近赤外領域の波長を照射し

て成分を分析する非破壊分析法の1つである。非破壊分析法は、前処理を施さない試料を分析することが可能、化学薬品を使用しないために分析コストが安く環境汚染の恐れがない、熟練した技術を必要としない、などの性質より食品製造過程の栄養成分分析に適している⁵⁾とされている。

そこで我々は、農畜産物や市販食品の迅速な栄養成分分析法として近年、応用が拡大している近赤外分光法に着目し、給食の栄養評価に応用し、その有用性を検討した。

2. 方法

2-1. 試料

本学食生活科学科健康栄養専攻3年生の給食実務学内実習において、2017年6月、7月、2018年10月、11月の実施献立のうち6献立と26料理について1人分を試料とした。

2-2. 試料の調整

料理ごとに重量を測定し、フードプロセッサーにて粉碎し均一に混和したものを試料とした。粉碎に使用したフードプロセッサーについて、サラダ、和え物、デザートなどの少量料理には小型の Cuisinart® DLC-1J (株式会社クイジナートサンエイ、東京) を使用し、米飯、パスタ、ハンバーグなどの料理や複数料理で構成する献立には一般的な大きさのテスコムフードプロセッサー TK410 (株式会社テスコム、東京) を使用した。

2-3. 測定

近赤外分析法にはカロリーアンサー® CA-HM (株式会社ジョイワールド・パシフィック) を使用した。カロリーアンサー® は測定対象に広範囲波長 (1,100 ~ 2,200nm) の近赤外光を照射しセンサーが感知したデータをもとに解析ソフトで栄養成分を算出し、試料 100g 当たりのたんぱく質、脂質、炭水化物、エネルギー、水分を分析する機器である。粉碎した試料は専用の測定用セルに充填し、1つのセルごとに90度回転させ3回測定しその平均値を測定値とした。カロリーアンサー® には試料に応じて「調理加工品」「穀類」「揚げ物」「スープ」などの測定モードがあり、それらの中から条件に近いものを選択して測定した。料理の栄養計算にはコンピュータソフトのヘルシーメーカー®432 R4 日本食品標準成分表(七訂) 準拠 (マッシュルームソフト株式会社、岡山) を使用した。

3. 結果

3-1. 化学分析法と近赤外分光法の比較

化学分析値 (以下分析値) と近赤外分光法測定値 (以下測定値)、食品成分表計算値 (以下計算値) について2献立を比較した。化学分析 (エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物) は一般財団法人日本食品分析センターに依頼した。試験食の決定に際しては、先行研究の報告⁶⁾「水分の増加に伴いエネルギーを過大に評価する」、カロリーアンサー® 説明書「透過性のない液体 (イカ墨) 濃縮液は測定不能」の記載より、汁物、黒色の食品を除いた「ミートローフ献立」、汁物、黒色の食品を含む「ひじきご飯献立」を選択した (表1)。なお、「ミートローフ献立」は通常の献立から水分の多い汁物と粉碎により水分が浸出するサラダを除いたため、給食基準栄養量を考慮しない内容である。

2種類の献立の栄養量 (エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物) について分析値、測定値、計算値の3つを評価した (表2)。「ミートローフ献立」について、分析値 (A) に対する測定値 (B) の割合 (%) は、エネルギー 92.7%、たんぱく質 115.6%、脂質 103.8%、炭水

化物 79.3% であり、エネルギーと脂質は近似であり、たんぱく質は過剰、炭水化物は過少に評価していた。分析値 (A) に対する計算値 (C) の割合 (%) はエネルギー 94.8%、たんぱく質 91.8%、脂質 78.9%、炭水化物 99.1% であり、脂質は過少に評価していたがその他は近似であった。「ひじきご飯献立」について、分析値 (A) に対する測定値 (B) の割合 (%) は、エネルギー 115.2%、たんぱく質 107.0%、脂質 93.7%、炭水化物 129.9% であり、たんぱく質と脂質は近似であり、エネルギーと炭水化物は過大に評価していた。分析値 (A) に対する計算値 (C) の割合 (%) はエネルギー 106.9%、たんぱく質 97.1%、脂質 98.1%、炭水化物 111.5% であった。2献立とも項目によりばらつきはあったが、全体的に見ると測定値、計算値ともに分析値の 80 ~ 120% の範囲内にある傾向を示した。

3-2. 近赤外分光法測定値と食品成分表計算値の比較

26種類の料理について、測定値、計算値を比較した。料理は主食4種類 (白米、麦ご飯、大豆入り炊き込みご飯、スパゲティ)、主菜5種類 (肉・魚・大豆製品、揚げる・焼く・煮る)、副菜9種類 (炒める、煮る、サラダ、和え物、付け合わせ)、汁物4種類 (味噌汁、清汁、スープ)、デザート4種類 (果物、プリン類) の26種類とし、なるべく異なる条件の内容を選択した (表3)。

【エネルギー】 (図1) 測定値と計算値の関連は $R^2 = 0.955$ と高い相関性を示した。計算値に比較して測定値が大きい料理は「チキン南蛮」「あじフライ」「味噌汁」「野菜スープ」、測定値が小さい料理は「トマトの冷製パスタ」「麦ご飯」であった。

【たんぱく質】 (図2) 測定値と計算値の関連は $R^2 = 0.872$ であった。計算値に比較して測定値が大きい料理は「豚肉と大根の煮物」「コールスローサラダ」、測定値が小さい料理は「鮭の味噌バター焼き」「おから入り和風ハンバーグ」「野菜スープ」であった。

【脂質】 (図3) 測定値と計算値の関連は $R^2 = 0.938$ と高い相関性を示した。計算値に比較して測定値が大きい料理は「チキン南蛮」「豚肉と大根の煮物」「鮭の味噌バター焼き」「味噌汁」、測定値が小さい料理は「野菜スープ」「キャベツとしめじの味噌炒め」であった。

表 1 各献立の主材料

料理名	食品	料理名	食品
ご飯	水稲 精白米	ひじきご飯	精白米
ミートローフ	豚 ひき肉		ほしひじき
	たまねぎ		油揚げ
	ミックスベジタブル		にんじん
	プロセスチーズ		植物油
	鶏卵		上白糖
	乾燥パン粉	豚肉の冷製サラダ	豚ロース 肉
付け合せ	普通牛乳		サニーレタス
	赤パプリカ		トマト
	黄パプリカ		おくら
ソース	アスパラガス		みずな
	ウスターソース		ごま
	トマトケチャップ		上白糖
	コーンスターチ	揚げ浸し	ナス
ミルクゼリー	普通牛乳		ピーマン
	黄桃缶		植物油
	上白糖	かき卵汁	鶏卵
	ゼラチン		みつば
			でん粉
		マンゴーゼリー	マンゴージュース
			オレンジ
			ゼラチン

表 2 各献立の分析値、測定値、計算値

献立	項目	分析値 (A)	測定値 (B)	計算値 (C)	A に対する B の%	A に対する C の%
ミートローフ献立	エネルギー (kcal)	655	607	621	92.7	94.8
	たんぱく質 (g)	25.7	29.7	23.6	115.6	91.8
	脂質 (g)	20.9	21.7	16.5	103.8	78.9
	炭水化物 (g)	91.3	72.4	90.5	79.3	99.1
ひじきご飯献立	エネルギー (kcal)	607	699	649	115.2	106.9
	たんぱく質 (g)	24.2	25.9	23.5	107.0	97.1
	脂質 (g)	20.7	19.4	20.3	93.7	98.1
	炭水化物 (g)	80.7	104.8	90	129.9	111.5

表3 各料理の栄養量（計算値、測定値）

No.		エネルギー (kcal)		たんぱく質 (g)		脂質 (g)		炭水化物 (g)	
		計算値	測定値	計算値	測定値	計算値	測定値	計算値	測定値
1	米飯 (180 g)	304	280	5.2	6.2	0.8	0.8	66.0	62.0
2	麦ご飯 (180g)	303	251	5.2	6.2	0.8	0.5	66.0	55.4
3	大豆炊き込みご飯	277	269	6.1	8.9	1.6	1.2	56.1	55.4
4	トマトの冷製パスタ	387	320	19.2	16.4	9.8	8.8	51.1	43.9
5	チキン南蛮	290	324	16.3	15.8	17.4	21.9	14.4	16.4
6	おから入り和風ハンバーグ	248	230	16.2	12.7	11.1	10.9	20.0	20.4
7	豚肉と大根の煮物	215	226	14.6	18.0	12.4	15.7	7.8	2.7
8	あじフライ (ソース・辛子)	202	231	13.4	13.4	12.6	15.0	7.0	10.6
9	鮭の味噌バター焼き	142	157	15.1	10.8	5.3	8.1	8.4	10.1
10	煮物1 (厚揚げ、れんこん他)	60	68	2.9	5.4	2.3	3.4	6.9	3.9
11	煮物2 (にんじん、れんこん他)	34	21	1.6	0.9	0.0	0.1	7.3	4.2
12	煮物3 (さといも、にんじん他)	32	27	0.9	1.1	0.0	0.2	6.8	5.2
13	キャベツとしめじの味噌炒め	55	75	2.3	0.3	2.6	0.2	6.9	17.8
14	酢の物1 (かぶ)	15	21	0.2	0.7	0.0	0.2	3.4	4.2
15	酢の物2 (きゅうり、わかめ、えのき)	14	43	0.6	0.0	0.1	0.0	3.3	10.6
16	根菜サラダ (ごぼう、にんじん)	70	61	1.2	2.8	4.2	3.4	7.6	4.5
17	コールスローサラダ (キャベツ他)	75	85	2.9	6.3	5.3	5.2	4.1	3.3
18	フライ付け合わせ (キャベツ他)	13	11	0.6	0.8	0.1	0.1	2.8	1.9
19	味噌汁 (豆腐・こまつな)	37	82	3.1	5.7	1.3	4.1	3.1	5.4
20	清汁 (しいたけ・麩・みつば)	6	16	0.8	0.5	0.0	0.5	1.0	2.4
21	のっぺい汁 (さといも、にんじん他)	26	10	1.3	0.3	0.1	0.0	5.9	1.9
22	野菜スープ (じゃがいも、にんじん他)	74	110	3.2	0.1	3.3	0.1	7.7	27.3
23	かぼちゃプリン	89	75	5.3	2.4	1.3	0.4	14.6	15.6
24	抹茶プリン白玉団子添え	109	102	4.6	1.9	0.7	2.1	20.9	18.9
25	りんご	29	30	0.1	0.3	0.1	0.0	7.8	7.0
26	すいか	26	45	0.4	0.5	0.1	0.2	6.7	10.5

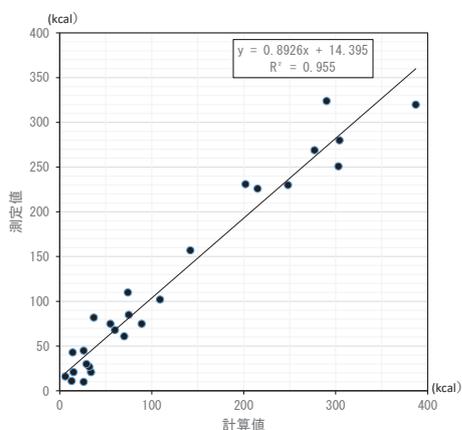


図1 エネルギー

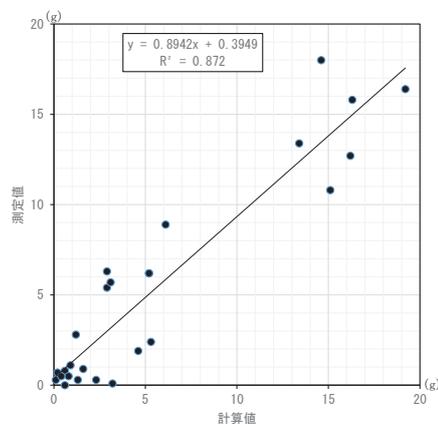


図2 たんぱく質

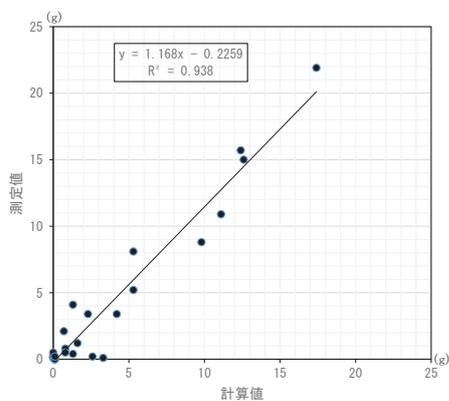


図3 脂質

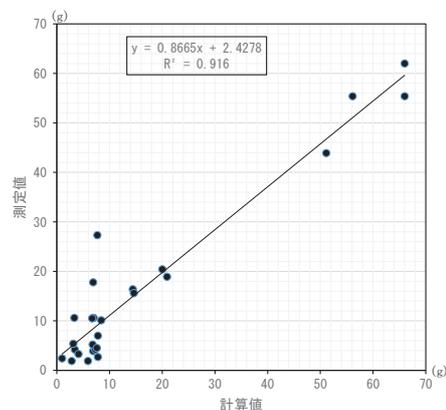


図4 炭水化物

測定値と計算値の関係

【炭水化物】(図 4) 測定値と計算値との関連は $R^2 = 0.916$ と高い相関性を示した。計算値に比較して測定値が大きい料理は「野菜スープ」「キャベツとしめじの味噌炒め」「酢の物 2 (きゅうり、えのきだけ他)」、測定値が小さい料理は「麦ご飯」「トマトの冷製パスタ」「豚肉と大根の煮物」であった。

誤差が出やすい料理は「チキン南蛮」「豚肉と大根の煮物」「鮭の味噌バター焼き」「トマトの冷製パスタ」「麦ご飯」「野菜スープ」「キャベツとしめじの味噌炒め」であった。

3-3. 近赤外分光法における混和食測定と料理別測定

食事の栄養評価にあたり、コンビニエンスストアやテイクアウトの弁当類では 1 食あたりの栄養量を表示するために、献立の料理を混和して栄養分析することが汎用である⁷⁾。料理を混和した場合と料理別に測定し合計した場合の栄養量について分析した。主菜は肉、魚、大豆製品、調理法は煮る、焼く、揚げるなど異なる 4 献立を選択した(表 4、表 5)。なお、使用した料理は前項で分析した内容に含まれる。

【エネルギー】「おから入りハンバーグ献立」計算値は 706kcal、料理別測定値合計(以下、合計値) 647kcal、献立の料理を混和した測定値(以下混和値) 644kcal、「あじフライ献立」は計算値 619kcal、合計値 663kcal、混和値 666kcal、「鮭の味噌バター焼き献立」は計算値 636kcal、合計値 634kcal、混和値 687kcal、「大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立」は計算値 621kcal、合計値 623kcal、混和値 869kcal であった。エネルギーを過大に評価していた「大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立」の混和値を除いて、エネルギーは近似であり給食栄養基準量 650kcal にも近い値を示した。

【たんぱく質】「おから入りハンバーグ献立」は計算値 25.0 g、合計値 20.5 g、混和値 27.5 g、「あじフライ献立」は計算値 24.0 g、合計値 27.5 g、混和値 28.4 g、「鮭の味噌バター焼き献立」は計算値 28.8 g、合計値 24.2 g、混和値 23.1 g、「大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立」は計算値 27.9g、合計値 29.6 g、混和値 33.3 g であった。「おから入りハンバーグ献立」は合計値を過少評価、「大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立」は混和値で過大評価を示した。給食栄養基準量 25g をほぼ充足していた。

【脂質】「おから入りハンバーグ献立」は計算値 18.1 g、合計値 15.3 g、混和値 17.0 g、「あじフライ献立」は計算値 14.9 g、合計値 20.1 g、混和値 22.8 g、「鮭の味噌バター焼き献立」は計算値 9.1 g、合計値 15.1 g、混和値 2.6 g、「大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立」は

計算値 15.5 g、合計値 17.3 g、混和値 18.6 g であった。「鮭の味噌バター焼き献立」はばらつきが大きかった。

【炭水化物】「おから入りハンバーグ献立」は計算値 108.3 g、合計値 106.6 g 混和値 95.4 g、「あじフライ献立」は計算値 94.0 g、合計値 92.8 g、混和値 87.2 g と近似であった。「鮭の味噌バター焼き献立」は計算値 106.6 g、合計値 100.4 g、混和値 142.5 g、「大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立」は計算値 87.7 g、合計値 86.2 g、混和値 141.7 g であり、合計値と計算値は近似であった。「鮭の味噌バター焼き献立」と「大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立」の混和値は過大に評価していた。

4. 考察

健康増進法において給食は定義され、食事の利用者に対して適切な熱量および栄養量を満たす食事の提供およびその品質管理を行うとともに、これらの評価を行うように努め、献立表の掲示並びに熱量およびたんぱく質、脂質、食塩等の主な栄養成分の表示等により、利用者に対して栄養に関する情報の提供を行うことが示されている。栄養士は献立作成時の栄養量のみならず、実際に摂取された栄養量にも責任があり、学生実習の場においても同じである。献立作成時の栄養量は食品成分表を用いて生材料の重量で計算するが、実際に提供する料理は、洗浄・切断・加熱・水にさらす・和えるなどの調理工程を経て、数人~数百人分の料理に盛り付け、複数の料理を組み合わせた献立として利用者に提供されるため、調理後の食品の重量変化、栄養成分の損失などの影響があり⁸⁾、計画した栄養量と提供栄養量に差が生じる可能性が高い。

給食実習で提供した食事の栄養評価を行った。

- 1) 献立の栄養量について、化学分析値に対する近赤外分光法測定値の割合(%)、食品成分表計算値の割合(%)は、両者ともに 80~120%の範囲内の傾向にあった。
- 2) 食品の浸水性・吸水性の影響について、和え物は時間が経過すると材料から水分が浸出する。酢の物の材料に用いたきゅうりは調味料の砂糖や食塩による浸透圧により水分が浸出し、わかめは食物繊維を含む吸水性の高い食品であり、時間の経過により吸水して体積が増え、分量を過大に評価した可能性が考えられた。
- 3) 近赤外分光法について、料理別に測定し合計した場合と献立の料理を混和した場合の 2 つの方法の比較では、4 献立のうち 3 献立は近似であったが、「大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立」は混和食のエネルギーを過大に評価していた。これについては、①大豆ご飯はしょうゆ炊き込み飯であり全体に茶色、黒色のわかめを含むなど、全体を混和することで食品の色彩が吸光度に影響

表 4 各献立の料理構成

献立 1	献立 2	献立 3	献立 4
おから入りハンバーグ献立	あじフライ献立	鮭の味噌バター焼き献立	大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立
米飯 (180 g) おから入り 和風ハンバーグ キャベツとしめじの 味噌炒め 根菜サラダ 果物 (りんご)	米飯 (180 g) あじフライ 付け合わせ・キャベツ 煮物 2 (にんじん他) 味噌汁 (豆腐他) 果物 (りんご)	米飯 (180 g) 鮭の味噌バター焼き 煮物 1 (厚揚げ他) 酢の物 1 (かぶ) 清汁 (しいたけ他) 抹茶プリン白玉団子添え	大豆炊き込みご飯 大根と豚肉の煮物 酢の物 2 (きゅうり、わかめ他) のっぺい汁 かぼちゃプリン

表 5 各献立の栄養量 (計算値、合計値、混和値) と学内実習給食栄養基準量

項目	献立	計算値	合計値	混和値	栄養基準量
エネルギー (kcal)	おから入りハンバーグ献立	706	647	644	650
	あじフライ献立	619	663	666	650
	鮭の味噌バター焼き献立	636	634	687	650
	大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立	621	623	869	650
たんぱく質 (g)	おから入りハンバーグ献立	25.0	20.5	27.5	25
	あじフライ献立	24.0	27.5	28.4	25
	鮭の味噌バター焼き献立	28.8	24.2	23.1	25
	大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立	27.9	29.6	33.3	25
脂質 (g)	おから入りハンバーグ献立	18.1	15.3	17.0	18
	あじフライ献立	14.9	20.1	22.8	18
	鮭の味噌バター焼き献立	9.1	15.1	2.6	18
	大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立	15.5	17.3	18.6	18
炭水化物 (g)	おから入りハンバーグ献立	108.3	106.6	95.4	100
	あじフライ献立	94.0	92.8	87.2	100
	鮭の味噌バター焼き献立	106.6	100.4	142.5	100
	大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立	87.7	86.2	141.7	100

した可能性がある。②「豚肉と大根の煮物」、「酢の物 2 (きゅうり、えのき、わかめ)」、「汁物」といった料理別測定で誤差が大きい料理の重複が影響した可能性がある。

4) 味噌汁や清汁、生野菜サラダ、海藻料理は水分が多く、粉碎・混和しても素材と水分が分離しやすく測定誤差が出やすいことが考えられる。これらの料理については食品成分表計算値と近赤外分光法測定値を組み合わせて栄養量を評価する方法もある。

5. 結論

給食の精度管理のためには実際に提供する食事について定期的に客観的な栄養分析を行うことが望ましい。近赤外分光法は熟練した技術や薬品を必要とせず迅速に栄養分析ができ、化学分析値と近似であり食品成分表計算値とも相関し、複雑な調理工程がかかわる給食の栄養量評価に有用であり、実用的である。色彩や水分などの影響で誤差が出やすい料理が考えられ、水分の多い料理、調理後離水する料理、黒色の食品を用いた料理 (わかめやのりなどを含む) は食品成分表計算値を用いるなど複数の測定を組み合わせると効果的である。

参考文献

- 丸田友子, 石橋源次, 滝沢和子, 石松成子: 集団給食実習食における栄養成分の計算値と実測値, 臨床栄養, 62, (7), 801-808 (1983)
- 池畑陽子: 集団給食実習食の栄養価に関する考察, 園田学園女子大学論文集, 19, 175-192, (1984)
- 大菅洋子: 集団給食についての一考察, 富山女子短期大学紀要, 25, 82-88, (1990)
- 奈良一寛, 桑野恵理子, 中條祥子, 佐藤幸子, 白尾美佳: 近赤外分光法による栄養成分の迅速分析の有効性とその活用, 実践女子大学生活科学部紀要, 54, 51 - 56, (2017)
- 岩元睦夫, 河野澄夫, 魚住 純: 近赤外分光法入門, 12-39, 幸書房 (2002)
- 高田和子, 別所京子, 三浦克之, 沢 隆裕, 小田桐英夫: 近赤外分光法による料理エネルギーの評価, 日本栄養・食糧学会誌, 62 (2), 75-83, (2009)
- 工藤美奈子, 峯木真知子: 近赤外線分光分析法によるコンビニエンスストア市販弁当の栄養価の評価, 東京家政大学研究紀要, 57 (2), 1-9 (2017)

- 8) 加藤悦子：大量調理の注意点, Nutrition Care, 4 (4),
380-384, (2011)

(2019 年 11 月 28 日受理)

和文抄録

実習で提供した食事の栄養評価を行った。2 種類の献立の栄養量（エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物）について化学分析値、近赤外分光法測定値、食品成分表計算値の 3 つを評価した。化学分析値に対する近赤外分光法測定値の割合（%）、化学分析値に対する食品成分表計算値の割合（%）は、両者ともに 80～120%の範囲内の傾向にあった。汁物、黒色の食品を含む「ひじきご飯献立」では炭水化物を過大評価していた。次に、26 種類の料理の栄養量について、近赤外分光法測定値、食品成分表計算値の 2 つについて、回帰直線を評価した結果、エネルギーは $R^2 = 0.955$ と高い相関性を示し、たんぱく質、脂質、炭水化物についても同様の傾向であった。近赤外分光法について献立の料理を混和した場合と料理別に測定し合計した場合の 2 つの方法を比較した結果では、「鮭の味噌バター焼き献立」、「アジフライ献立」、「おから入りハンバーグ献立」は近似であったが、「大豆ご飯、豚肉と大根の煮物献立」は混和食のエネルギーを過大に評価していた。近赤外分光法測定は化学分析、食品成分表計算の結果と関連し、給食の栄養量評価に有用である。近赤外分光法で誤差が大きかったものには、海藻など黒色の材料を含む料理、スープ・味噌汁など水分の多い料理があった。