

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

工藤 美奈子*・峯木 眞知子**
(平成28年12月8日査読受理日)

Evaluation of Nutritional Values of Commercially Prepared Lunch Boxes at Convenience Stores Using Near-infrared Spectroscopy

KUDO, Minako MINEKI, Machiko
(Accepted for publication 8 December 2016)

キーワード：近赤外線分光分析法, 市販弁当, 栄養成分表示, カロリーアンサー, ナトリウム量

Key words: near-infrared spectroscopy, commercially prepared lunch box, nutritional facts, calorie answer, sodium

1. 緒言

近年の日本の食事形態は、共働きや単身世帯の増加、消費者の簡便志向などにより、食の外部化が進んでいる¹⁾。1世帯あたりの消費支出割合は、家庭内食事の「内食」が減少し、「外食」が横ばいに推移する中、家庭外で購入し自宅へ持ち帰って食べる弁当類や惣菜類の「中食」の支出が増加している²⁾。中食産業は1985年に通商産業省等の統計上に登場し、2013年の市場規模は5.5兆円を超えている。メニュー別市場規模では、弁当類が27.9%で最も多くを占め、販売店別市場規模では、2013年にコンビニエンスストア（以下：コンビニ）がスーパーマーケットなどの量販店を抜いて1位の見込みとなっている³⁾。このように多様化した生活スタイルの中で、365日24時間利用できるコンビニで弁当類を購入する機会は多く、コンビニ弁当利用率は2016年には42.3%であるという調査報告がみられる⁴⁾。弁当は単品で1食の食事として完結することが多く、頻繁に食べる消費者には健康面に配慮されていることが大切である。

コンビニで販売されている弁当類は、栄養成分表示がされており、弁当を選択する際に参考にされ、個人の栄養管理を行う上でも重要である。また、2015年4月1日食品表示法の施行により、加工食品の栄養成分表示が義務化されている。新商品が出る度に企業では栄養成分表示のために食品分析を依頼することになる。栄養成分の測定は時間とコストを多く必要とする。この栄養成分値を簡便に手早く測定できることは、販売する企業および購入者にとって大きなメリットである。その方法としてカロリーアンサー

近赤外線分光分析法(以下:CA法)がある。カロリーアンサー(以下:CA)の原理は、ハロゲンランプを光源とした1100~2200nmの近赤外線光を2nmごとにサンプルに照射し、そこからの反射光強度によって複数の検出器で検出して栄養価を算出する⁵⁾。

コンビニ市販弁当の評価を行った研究はある^{7) 8)}が、CA法を用いてコンビニ市販弁当を評価した研究は見当たらない。また、CA法によって得られた熱量と化学分析値との比較については報告されている⁹⁾が、その他のたんぱく質、脂質、炭水化物、食塩相当量(以下:食塩)の精度については明らかではなく、検討されていない。

そこで、著者らはコンビニ市販弁当14種を用い、食材及び調理法などの分析を行った。また、弁当の栄養成分表示値とCA法の測定値を比較して、弁当より摂取される栄養量が、適切であるのかどうかを検討した。それには日本人の食事摂取基準(2015年版)¹⁰⁾を基準とした。同時にCA法の精度を評価した。

2. 方法

(1) 試料

対象とした弁当は、人気度の高い上位5種⁶⁾(幕の内弁当、唐揚げ弁当、のり弁、ハンバーグ弁当、そぼろ弁当)を参考として洋風、中華風弁当も含めた計14種とした。5社の東京都23区内店舗より、2~4種ずつを選択して購入した。購入時期は、2016年7月~8月とし、購入価格は500円前後のものとした。

(2) CA法の試料の調製

陰膳サンプルのブレンダー処理を行ってCAで測定したエネルギー値は、化学分析値との誤差が $-7\pm 3\%$ で少な

* 東京家政大学大学院人間生活学研究科

** 栄養学科応用調理学研究室

いことが知られている⁹⁾。そこで本研究では、試料をブレンダー処理で扱うことにした。

弁当は、料理ごとに重量を計量後、フードプロセッサー (TK441 テスコム電気(株), 東京) を用いて副食を 30 秒間ブレンダー処理した。その後、主食を加えてさらに 30 秒間ブレンダー処理して、全体を均質化した。それを 4 区分に分け、そこから各 5g の計 20g を採取した。

塩分測定用試料は、試料 10g を乳鉢ですりつぶしてから蒸留水 90ml を加え、それを不織布でろ過したものをを用いて塩分を測定した。

(3) 測定方法

1) 弁当の献立別重量分析・調理法による分類

弁当は、献立内容を把握し、主食、副食、たんぱく質料理、野菜料理に分類した。これらの総重量および料理別重量を計測した。また、各弁当の価格および栄養素間の相関を求めた。

献立内容は、原材料名に記載された名称をもとに、日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂) の食品群別に則った食材で分類した。なお、肉類と野菜類など複数の食材を含む料理は、食品群別に分けるとときに重量の最も多い食材に分類した。例外として、「特製香味だれ肉野菜炒め弁当」の肉野菜炒めは肉より野菜の重量が多かったが、これが主菜であるので、肉類 (たんぱく質料理) と野菜類 (野菜料理) に分類した。さらに調理方法別 (揚げ物、焼き物、炒め物、煮物、蒸し物、和え物、なま物) に分類して集計した。

2) 弁当の栄養価

弁当の栄養価は、カロリーアンサー (CA-HM, (株)ジョイ・ワールド・パシフィック, 青森) を使用し、試料 100g あたりの熱量、たんぱく質、脂質、炭水化物を求めた。測定条件は反射方式、調理加工食品類とした。測定箇所は 1 つのセルごとに 180 度回転して 2 箇所の測定を行った。実験には各 3 個の弁当を用いた。

ナトリウムは付属の塩分計を用いて、インピーダンス法で測定した。

これより得られたデータは、各弁当の栄養成分表示値を 100 として CA 法による測定値と比較した。栄養成分表示値と CA 法による測定値の差は、中央値と 25.75 パーセント値で示した。

(4) CA 測定の精度に関する検討

CA の取扱説明書には、難消化性糖質を使用している食品と黒い色の食品は測定の精度が落ちると記載されている⁵⁾。本研究では、その検証も行った。難消化性糖質を使用している食品は、野菜料理と判断してその割合を検討した。

14 種の弁当における野菜料理の重量割合を弁当ごとに平均し中央値で 2 分割し、野菜料理の割合の多少で CA の

測定値の差を比較した。また、黒い色の食品については、黒い色の食品が入っている弁当と入っていない弁当に分け、それぞれの栄養価を比較・検討した。

(5) 統計処理

弁当の栄養成分値と CA 法による測定値の比較は、正規性の検定を Shapiro-Wilk により行った。その後、正規分布のものは 1 サンプルの *t* 検定、非正規分布のものは 1 サンプルによる Wilcoxon の符号付き順位検定を用いた。

弁当重量と価格、また各栄養素間での相関関係は、Pearson の積率相関係数を用いて調べた。

難消化性糖質を使用している食品の検討は、弁当に入っている野菜料理の重量割合が正規性の分布ではないので、Mann-Whitney の U 検定を用いた。

黒い色をもつ食品の含有の違いによる弁当の検討は、等分散の検定後、独立サンプルの検定または Welch の検定を行った。統計解析は SPSS Ver.20 (IBM, 東京) を用い、有意水準は 5% 未満とした。

3. 結果

(1) 市販弁当の献立分析

コンビニ弁当 14 種の料理総重量と献立内容を重量順で表 1 に示した。

弁当 14 種の平均価格は 463 円で、料理総重量の平均は 386.4g であった。弁当 14 種の栄養成分表示は、熱量 381kcal ~ 890 kcal, たんぱく質 11.9 ~ 28.0g, 脂質 8.1 ~ 28.4g, 炭水化物 65.1 ~ 137.6g の範囲であった。

献立内容では、鶏の唐揚げを含んだ鶏肉料理が 14 種のうち 11 種、厚焼き卵・ゆで卵の卵料理が 7 種、ハンバーグが 4 種で、野菜料理ではごぼう、人参、蓮根 (5 種) の使用が多くみられた。胡麻の使用は、黒胡麻ご飯 5 種の他、副菜に含まれており 9 種に使用されていた。

最も多く入っていた料理を食材および調理法で分類した場合には、漬物を含む野菜料理の和え物が 13 種で多かった。次いで肉の焼き調理、野菜の炒め調理、魚の揚げ調理、野菜の煮物調理の順であった。

弁当の主食、副食、たんぱく質料理および野菜料理の重量割合を表 2 に示した。

弁当 14 種の主食重量割合の平均は、58.2% であった。最小割合を示したのは「おろしソースの鉄板焼きハンバーグ弁当」49.6% で、最大割合を示したのは「ジャンバラヤ」74.4% であった。

副食重量割合の平均は、41.8% であった。最小割合を示したのは「ジャンバラヤ」25.6% で、最大割合を示したのは「おろしソースの鉄板焼きハンバーグ弁当」50.4% であった。

たんぱく質料理の重量割合の平均は、26.7% であったが、弁当によるばらつきが大きかった。最小割合を示したのは

表1 コンビニ市販弁当の種類, 購入店, 価格と献立内容

弁当名	購入店	税込み 価格(円)	献立内容
1 ひじきご飯弁当	A	399	茶飯, 鶏の照り焼き, 厚焼き卵, 含め煮(南瓜・こんにゃく・筍・人参・絹さや), 金平ごぼう, ひじき煮, れんこん金平, 茹で人参, 枝豆, わさび菜と大根菜とひめたけのお浸し, 桜大根
2 鶏そぼろ弁当	B	398	ご飯, 鶏そぼろ, 卵そぼろ, 肉団子, アーモンド入りさつま芋南瓜サラダ, ブロッコリーナムル
3 直火焼紅鮭弁当	C	498	昆布ご飯, 鶏の照り焼き, 厚焼き卵, 焼き鮭, ごぼう煮胡麻和え, れんこん金平, 小松菜人参油揚げ和え, (本枯節1g, だし醤油3ml付き)
4 ジャンバラヤ	D	398	玉ねぎ入り辛味ケチャップライス, グリルチキン, ゆで卵, ブロッコリー
5 幕の内弁当	D	369	黒胡麻ご飯, 海老の天ぷら, 厚焼き卵, 焼き鮭, コロッケ, 含め煮(がんもどき・れんこん・人参), ひじき煮, 梅干し, 鰹たくあん漬
6 和風幕の内弁当	E	520	黒胡麻ご飯, 焼き鮭, 海老の天ぷら, 鶏の照り焼き, 含め煮(がんもどき・人参), 金平ごぼう, いんげん胡麻和え, 梅肉
7 彩り野菜の賑わい弁当	A	475	ご飯, 豆腐ハンバーグ, 鶏の照り焼き, ゆで卵, 野菜コンソメ煮(れんこん・ブロッコリー・ヤングコーン・人参)皮つきフライドポテト, さつま芋揚げ, 南瓜揚, 赤ピーマン揚, くわいサラダ, さやいんげん
8 夏の味めぐり幕の内御膳	D	498	菜飯, まぐろ加工品入り味飯, 塩鯖みりん焼き, 照り焼きつくね, 厚焼き卵, 含め煮(がんもどき・れんこん・人参), 油揚げ人参煮, 小松菜煮, 南瓜サラダ, 枝豆
9 やわらか若鶏の唐揚弁当	B	460	黒胡麻ご飯, 鶏の唐揚, おから入り豆小松菜サラダ, 漬物(大根・人参・胡瓜)
10 たっぷりタルタルの白身フライのり弁	A	450	のり鰹ご飯, 白身魚フライ, とんかつ, 鶏の唐揚, コロッケ, 竹輪の磯辺天, 金平ごぼう
11 特製香味ダレの肉野菜炒め弁当	E	498	白胡麻ご飯, 肉野菜炒め
12 のり弁	D	498	のり鰹明太ご飯, ハンバーグ, 鶏の唐揚, コロッケ, 白身魚フライ, 竹輪の磯辺天, 焼きそば, 金平ごぼう, 胡瓜の醤油漬, (濃口しょうゆ4g付き)
13 おろしソースの鉄板焼きハンバーグ弁当	E	520	黒胡麻ご飯, おろしポン酢ハンバーグ, ソーセージ入り野菜炒め, コーン入りペンネボイル
14 ボリュームミックス弁当	C	498	黒胡麻ご飯, ハンバーグ, チキンスターキ, コロッケ, 竹輪の磯辺天, お好み焼き, 焼きそば, ポテトサラダ
平均±標準偏差		463±51	

表2 コンビニ市販弁当の総重量, 主食, 副食, たんぱく質料理と野菜料理の割合

弁当名	総重量 (g)	割合 (%)			
		主食	副食	たんぱく質料理	野菜料理
1 ひじきご飯弁当	262.8±8.7	55.1±1.3	44.9±1.3	16.2±1.2	28.7±0.5
2 鶏そぼろ弁当	284.5±4.8	59.2±2.3	40.8±2.3	28.2±2.1	12.6±0.7
3 直火焼紅鮭弁当	329.4±8.4	66.6±2.2	33.4±2.2	26.3±1.6	7.9±2.0
4 ジャンバラヤ	342.7±6.8	74.4±1.2	25.6±1.2	22.0±1.7	2.6±0.8
5 幕の内弁当	345.6±13.2	60.0±3.1	40.0±3.1	18.9±0.8	6.5±0.5
6 和風幕の内弁当	358.4±4.0	62.9±0.9	37.1±0.9	28.8±1.6	7.3±0.8
7 彩り野菜の賑わい弁当	378.5±11.2	54.6±2.2	45.4±2.2	23.7±2.2	16.0±1.8
8 夏の味めぐり幕の内御膳	394.3±3.8	51.1±0.9	48.9±0.9	41.5±0.7	7.4±0.3
9 やわらか若鶏の唐揚弁当	406.3±12.4	56.9±1.7	43.1±1.7	38.9±2.0	4.2±1.6
10 たっぷりタルタルの白身フライのり弁	431.0±10.9	55.4±1.9	44.6±1.9	30.7±1.9	1.5±0.2
11 特製香味だれ肉野菜炒め弁当	439.7±4.0	52.7±0.7	47.3±0.7	15.1±1.2	32.1±0.8
12 のり弁	454.9±20.7	56.9±0.6	43.1±0.6	28.7±1.0	2.7±0.5
13 おろしソースの鉄板焼きハンバーグ弁当	456.5±22.5	49.6±1.8	50.4±1.8	29.5±1.4	5.0±0.6
14 ボリュームミックス弁当	524.3±2.5	59.1±1.2	40.9±1.2	24.6±1.6	0.0±0.0
	386.4±70.8	58.2±6.5	41.8±6.5	26.7±7.6	9.6±9.8

1) 値は平均±標準偏差
2) n=3

「特製香味だれ肉野菜炒め弁当」の15.1%であり、最大割合を示したのは「夏の味めぐり幕の内御膳」の41.5%であった。

野菜料理の重量割合の平均は9.6%で、最小割合を示したのは「ボリュームミックス弁当」の0.0%、最大割合を示したのは「特製香味だれ肉野菜炒め弁当」の32.1%であった。

各表示栄養素間と総重量、価格、副食の重量割合、たんぱく質料理の重量割合、野菜料理の重量割合での相関関係を調べた。価格は、総重量と正の相関が見られ ($r=0.630$, $p=0.016$)、重量が増えるほど価格が高かった。表示熱量は、総重量 ($r=0.787$, $p=0.001$)、表示たんぱく質 ($r=0.708$, $p=0.005$)、表示脂質 ($r=0.800$, $p=0.001$)、表示炭水化物 ($r=0.840$, $p<0.001$)、表示ナトリウム ($r=0.772$, $p=0.001$) と正の相関が見られ、熱量が高いほど各値は高かった。また、野菜料理の重量割合は、表示熱量 ($r=-0.642$, $p=0.013$)、表示たんぱく質 ($r=-0.656$, $p=0.011$)、表示脂質 ($r=-0.551$, $p=0.041$)、表示炭水化物 ($r=-0.462$, $p=0.096$)、表示ナトリウム ($r=-0.558$, $p=0.038$) において、すべて負の相関関係にあった。野菜料理の重量割合が高いほど各栄養量が低くなることが分かった。

(2) 弁当の栄養成分表示と CA 法で測定した栄養価の比較

コンビニ弁当 14 種の 1 食あたりに表示されている栄養成分値 (以下：表示値) と CA による測定値を表 3 に示した。CA により測定した弁当の栄養価は、熱量 321~966kcal、たんぱく質 1.3~39.0g、脂質 4.6~42.5g、炭水化物 65.7~151.0g、ナトリウム (塩分) は 1352~3056mg (3.4~8.9g) の範囲であった。

表示値と CA 法による測定値を比較すると、熱量に有意

差のあった弁当は「直火焼紅鮭弁当」「ジャンバラヤ」「和風幕の内弁当」「彩り野菜の賑わい弁当」「夏の味めぐり幕の内御膳」「特製香味だれ肉野菜炒め弁当」「おろしソースの鉄板焼きハンバーグ弁当」の 7 種類であった。たんぱく質量に有意差のあった弁当では「ひじきご飯弁当」「鶏そぼろ弁当」「直火焼紅鮭弁当」「ジャンバラヤ」「幕の内弁当」「彩り野菜の賑わい弁当」「やわらか若鶏の唐揚げ弁当」「たっぷりタルタルの白身フライのり弁当」「おろしソースの鉄板焼きハンバーグ弁当」の 9 種、脂質量に有意差のあったものは、「直火焼紅鮭弁当」「ジャンバラヤ」「和風幕の内弁当」「やわらか若鶏の唐揚げ弁当」「たっぷりタルタルの白身フライのり弁当」「のり弁当」「おろしソースの鉄板焼きハンバーグ弁当」の 7 種で、炭水化物量に有意差のみられたものは「ひじきご飯弁当」「直火焼紅鮭弁当」「ジャンバラヤ」「幕の内弁当」「和風幕の内弁当」「彩り野菜の賑わい弁当」「夏の味めぐり幕の内御膳」「たっぷりタルタルの白身フライのり弁当」「のり弁当」「おろしソースの鉄板焼きハンバーグ弁当」の 10 種であった。

ナトリウム量に関して表示値と有意差のみられた弁当は、14 種中 12 種で多かった。「彩り野菜の賑わい弁当」「特製香味だれ肉野菜炒め弁当」は、表示値と同様のナトリウム値であったが、それでも表示値より高い値であった。

表示値と測定値の比較は、栄養成分ごとの表示値を 100 とし、測定値の割合を箱ひげ図で図 1 に示した。

熱量と炭水化物量は表示値と測定値が一致しており、差の中央値は 98.9%、95.1%であった。たんぱく質量は中央値 75.5%、75 パーセントタイル値 89.0%で測定値が表示値より大幅に低かった。最小 10.8%という値もみられた。

脂質量は中央値 114.1%、75 パーセントタイル値 176.0%

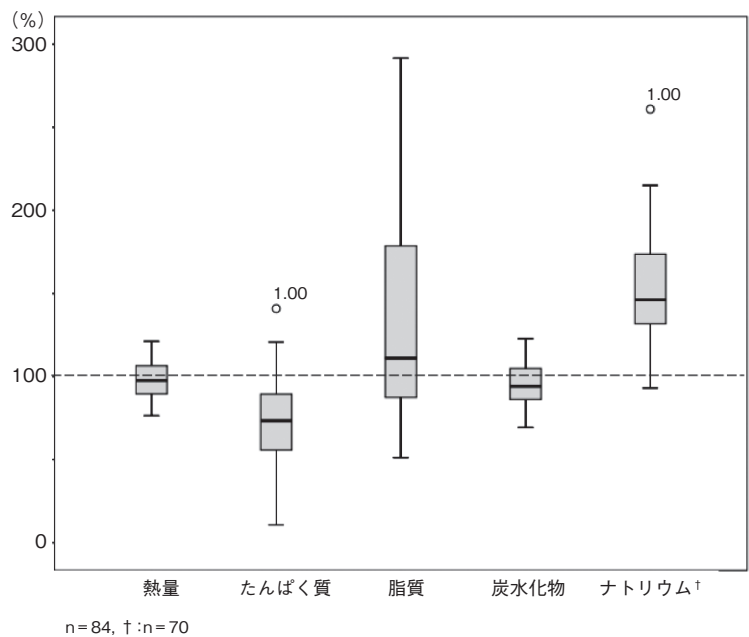


図 1 弁当の栄養表示値 (100) と CA 測定値の関係

表3 コンビニ市販弁当の栄養成分表示値、CA測定値とp値

弁当名	熱量 (kcal)		たんぱく質 (g)		脂質 (g)		炭水化物 (g)		ナトリウム (mg) (食塩相当量 (g))						
	表示	CA	表示	CA	表示	CA	表示	CA	表示	CA					
1 ひじきご飯弁当	381	357±27	0.075	11.9	4.2±2.7	0.001**	8.1	7.7±1.9	0.65	65.1	67.7±2.2	0.036*	1361(3.5)	1708±167 (4.3±0.4)	0.004**
2 鶏そぼろ弁当	525	484±41	0.058	20.4	12.7±3.1	0.002**	18	15.2±4.5	0.182	70.4	74.2±4.3	0.082	925(2.3)	1489±220 (3.8±0.6)	0.014*
3 直火焼紅鮭弁当	579	528±41	0.028*	20.7	12.5±3.2	0.001**	9	14.3±2.6	0.004**	103.7	87.2±5.2	0.001**	1300(3.3)	1813±130 (4.6±0.3)	<.001**
4 ジャンバラヤ	665	556±16	<.001**	18.4	12.2±2.9	0.003**	21.2	16.1±2.2	0.003**	100.2	91.0±3.9	0.002**	1700(4.3)	2537±501 (6.4±1.3)	0.044*
5 幕の内弁当	567	601±41	0.103	20.8	14.5±2.7	0.002**	16.8	16.9±2.6	0.94	83.1	97.6±5.1	0.027*	1200(3.0)	1969±392 (5.0±1.0)	0.005**
6 和風幕の内弁当	586	628±30	0.019*	23.9	21.7±3.5	0.181	9.6	21.1±2.5	<.001**	100.8	88.0±2.5	<.001**	1200(3.0)	2071±286 (5.3±0.7)	0.001**
7 彩り野菜の賑わい弁当	633	534±47	0.004**	18.7	7.7±4.5	0.002**	15.5	15.9±3.0	0.737	104.7	89.7±6.7	0.003**	1600(4.1)	1737±216 (4.4±0.5)	0.386
8 夏の味めぐり幕の内御膳	759	794±29	0.033*	34.5	35.8±2.8	0.322	33.3	31.4±2.9	0.176	80.2	92.2±2.9	<.001**	1600(4.1)	2899±439 (4.3±0.4)	0.001**
9 やわらか若鶏の唐揚げ弁当	741	759±41	0.322	28.4	21.5±4.1	0.009**	20.7	27.7±1.7	<.001**	109.8	106.0± 8.1	0.309	1400(3.6)	2243±301 (5.7±0.8)	0.001**
10 たつぷりタルタルの 白身フライのり弁 特製香味だれ 肉野菜炒め弁当	896	887±44	0.648	28.6	24.9±3.5	0.048*	21.8	37.9±3.6	<.001**	137.6	111.7± 9.0	0.001**	1626(4.1)	2281±248 (5.8±0.6)	0.004**
11 肉野菜炒め弁当	535	594±35	0.009**	14.1	11.9±3.3	0.152	10	20.0±4.6	0.833	97.2	92.0±6.6	0.112	1000(2.5)	2151±397 (5.5±1.0)	0.655
12 のり弁	896	832±46	0.674	21.1	20.7±6.1	0.879	29.9	27.4±2.2	0.038*	135.5	125.3± 7.4	0.020*	2000(5.1)	2617±226 (6.6±0.6)	0.001**
13 おろしソースの鉄板焼き ハンバーグ弁当	681	745±27	0.002**	22.3	14.3±3.0	0.001**	14.7	28.5±1.9	<.001**	114.9	107.6± 2.2	<.001**	1500(3.8)	2522±293 (6.4±0.7)	0.026*
14 ポリユームミックス弁当	890	905±44	0.451	28	23.9±5.8	0.146	28.4	29.3±3.2	0.533	130.9	136.4± 8.7	0.179	1900(4.8)	2682±624 (6.8±1.6)	0.028*

1) p値は表示値とCA測定値による有意差 * : p<0.05, ** : p<0.01

2) n=6, 食塩のみ n=3~6

3) CA測定値は平均値±標準偏差で表示

表4 野菜割合の多い弁当と少ない弁当, 黒色の食品が入っている弁当と入っていない弁当のCA測定値とp値

	熱量		たんぱく質		脂質		炭水化物		ナトリウム†	
	CA測定値の割合 ⁵⁾	p	CA測定値の割合 ⁵⁾	p	CA測定値の割合 ⁵⁾	p	CA測定値の割合 ⁵⁾	p	CA測定値の割合 ⁵⁾	p
野菜割合の多い弁当 ³⁾	97.7 [90-106]	-	66.8 [48.0-89.5]	-	116.3 [92.9-180.5]	-	96.6 [86.7-105.8]	-	149.5 [127.8-183.7]	-
野菜割合の少ない弁当 ³⁾	99.8 [95-107]	0.494	77.7 [62.9-88.5]	0.077	112.7 [88.7-156.2]	0.294	95.1 [89.6-101.1]	0.988	145.2 [132.3-167.2]	0.372
黒色の食品が入っている弁当 ⁴⁾	96.9±10.4	-	68.0±29.1	-	131.9±47.2	-	94.2±13.0	-	163.0±27.2	-
黒色の食品が入っていない弁当 ⁴⁾	100.1±9.6	0.013*	78.4±19.9	0.121	129.3±54.5	0.058	99.0±10.0	0.273	143.8±32.2	0.009*

1) *: p<0.05 2) n=84, †: n=70
 3) 中央値 [25-75 パーセンタイル] 4) 平均値±標準偏差
 5) 栄養成分表示値 (100) に対する CA 測定値の割合 (%)

であり、測定値は大幅に高かった。表示値と測定値間の差は最小 51.2%～最大 291.6%であり、測定したすべての栄養素の中で最も表示値とのばらつきが大きかった。また、ナトリウム量は中央値 146.3%、最小 93.1%～最大 260.9%で、測定値は表示値より高い値であった。

(3) CA 測定の精度に関する検討

野菜料理の割合が多い弁当は「ひじきご飯弁当」「鶏そぼろ弁当」「直火焼紅鮭弁当」「和風幕の内弁当」「彩り野菜の賑わい弁当」「夏の味めぐり幕の内御膳」「特製香味だれ肉野菜炒め弁当」の 8 種である。野菜料理の割合が多い弁当と少ない弁当で Mann-Whitney の U 検定を行った結果、熱量では p=0.494、たんぱく質で p=0.077、脂質で p=0.294、炭水化物で p=0.988、ナトリウムで p=0.372 であった。炭水化物以外は、野菜料理の割合の少ない弁当の方が栄養成分表示値に近かったが、有意差はみられなかった。弁当の CA 法では、難消化性糖質を使用している食品でも測定精度に違いがみられなかった。

黒色の食品はのり、昆布、ひじき、黒きくらげであり、それが入っている弁当 7 種（「ひじきご飯弁当」「直火焼紅鮭弁当」「幕の内弁当」「彩り野菜の賑わい弁当」「たっぷりタルタルの白身フライのり弁」「特製香味だれ肉野菜炒め弁当」「のり弁」）と入っていないとした弁当 7 種と比較した。なお、黒胡麻は黒色の食品であるが、弁当に占める食材の割合が 0.2～0.3% のため、黒色の食品が入っていない弁当に分類した。

黒色の食品が入っている弁当 7 種と入っていない弁当 7 種の栄養価について、独立サンプルの検定を行った結果、熱量 (p=0.013) とナトリウム (p=0.009) に有意差が見られた(表4)。これより黒色の食品が入っている弁当では、熱量とナトリウム量の正確な測定が困難であることがわかった。たんぱく質、脂質と炭水化物では黒色の食品が入っていない弁当と違いがないといえる。

(4) 市販弁当の表示栄養価による栄養バランス

栄養成分表示より求めたエネルギー産生栄養素バランス

表5 コンビニ市販弁当の栄養成分表示値におけるエネルギー産生栄養素バランス

弁当名	たんぱく質 (% E)	脂質 (% E)	炭水化物 (% E)
1 ひじきご飯弁当	12	19	68
2 鶏そぼろ弁当	16	31	54
3 直火焼紅鮭弁当	14	14	72
4 ジャンバラヤ	11	29	60
5 幕の内弁当	15	27	59
6 和風幕の内弁当	16	15	69
7 彩り野菜の賑わい弁当	12	22	66
8 夏の味めぐり幕の内御膳	18	40	42
9 やわらか若鶏の唐揚弁当	15	25	59
10 たっぷりタルタルの白身フライのり弁	13	22	61
11 特製香味だれ肉野菜炒め弁当	11	17	73
12 のり弁	9	30	61
13 おろしソースの鉄板焼きハンバーグ弁当	13	19	68
14 ポリウムミックス弁当	13	29	59
エネルギー産生栄養素バランスの目標量	13~20	20~30	50~65

1) n=3
 2) 目標値を外れた値は斜体で表示

(%エネルギー:% E) の値は、たんぱく質は 9～18% E、脂質は 14～40% E、炭水化物は 42～73% E の範囲であった(表5)。

4. 考 察

(1) 弁当の献立分析

弁当の献立内容を分析した研究は近年のものが少なく、古くは高村らが 1996 年～1997 年¹¹⁾ に、間瀬・鈴木が 1994 年～1995 年に行った調査¹²⁾ がある。その献立と比較すると、最近の弁当ではウインナーソーセージは減少し、生野菜(千切りキャベツ、レタス、ミニトマト)は使用されなくなった。本研究の献立内容では、鶏肉料理と胡麻を使用した料理が多かった。鶏肉や胡麻は、価格が手ごろで健康な食材のイメージがあるために多用されていると考えられる。また、使用されていた野菜は根菜類が多かった。根菜類は煮物や炒め物として加熱された料理が多く、弁当全体を電子レンジで再加熱する時の影響が小さいために使

用されやすいと考える。近年の先行文献では、野菜料理の量が少ない^{8) 13)}との指摘がみられた。本研究でも野菜料理は $9.6 \pm 9.8\%$ と総重量の1割に満たず(37g)、厚生労働省が推進する1日野菜摂取目標量 $350\text{g}^{14)}$ の約1/10であった。野菜量が少ない点で弁当の傾向は変わらず、栄養的な問題があるといえる。

(2) 弁当の栄養成分表示とCA法で測定した栄養価の比較

表示値と測定値間で有意差のみられた弁当は、半数以上であり、表示値と測定値間の一致度が高いとは言えなかった。

栄養成分ごとに表示値を100として測定値を比較した場合、熱量、炭水化物値で一致度が高いが、たんぱく質の値は低く評価され、脂質とナトリウムの値は高く評価された。これよりCAの測定精度は、たんぱく質、脂質およびナトリウムで低いと考える。

なお、表示値は実際の栄養量の誤差が $\pm 20\%$ の許容範囲に収まっていれば問題はない¹⁵⁾とされている。そこで今回の14種の弁当の測定値が、表示値の $\pm 20\%$ 内の値であるかどうかをみると、熱量と炭水化物量では、ほぼ許容範囲内にあった。したがってCA法による測定値は、熱量と炭水化物の値は使用できると考える。

たんぱく質量では、測定した6点中5点以上が表示値より20%以上外れていた弁当は、「ひじきご飯弁当」「鶏そぼろ弁当」「直火焼紅鮭弁当」「幕の内弁当」「彩り野菜の賑わい弁当」「おろしソースの鉄板焼きハンバーグ弁当」の6種でいずれも低く評価されていた。同様に脂質量では、表示値より20%以上外れた弁当は「鶏そぼろ弁当」「直火焼紅鮭弁当」「和風幕の内弁当」「やわらか若鶏の唐揚げ弁当」「たっぷりタルタルの白身フライのり弁当」「特製香味だれ肉野菜炒め弁当」「おろしソースの鉄板焼きハンバーグ弁当」の7種であった。「鶏そぼろ弁当」は低く評価されており、それ以外の6種は高く評価されていた。ナトリウム量では、「ひじきご飯弁当」「彩り野菜の賑わい弁当」の2種は表示値の20%の範囲内であったが、それ以外の弁当は大きく外れていた。これより、ナトリウム量は、誤差の許容範囲を考慮しても、CA測定値は精度が低いと考える。

以上、栄養成分ごとの割合および誤差の許容範囲から、弁当におけるたんぱく質、脂質とナトリウムのCA測定値は確度が低いといえる。

(3) CA測定の精度に関する検討

CA法により測定の精度が落ちるとされている、難消化性糖質を使用している食品と黒色の食品が入っている弁当について、CA測定値を比較検討した結果、難消化性糖質を使用している食品の有無はCAの測定値に影響がなかった。

黒色の食品が入っている弁当では、弁当に含まれている程度の量では測定値に大きな影響はないが、熱量とナトリウム量には誤差が生じやすいと考える。

(4) 市販弁当の表示栄養価の栄養バランス

エネルギー産生栄養素バランス3つの栄養価が、日本人の食事摂取基準(2015年版)に添った目標量を満たしていた弁当は、「幕の内弁当」と「やわらか若鶏の唐揚げ弁当」「たっぷりタルタルの白身フライのり弁当」「ボリュームミックス弁当」の4種であった。逆に3つの栄養価が目標量を満たしていなかった弁当は、「特製香味だれ肉野菜炒め弁当」と「ひじきご飯弁当」であった。「特製香味だれ肉野菜炒め弁当」は弁当名に肉が含まれているが、たんぱく質割合が低く、バランスがよくないことがわかった。炭水化物は14種中8種が目標量の65%以下であり、日本人の食事摂取基準(2015年版)に添っていた。

成人女性(身体活動レベル普通)において、日本人の食事摂取基準(2015年版)¹⁰⁾の1日の1/3を昼食で占めるとすると、熱量は650kcal、たんぱく質は18.1g、脂質は21.6g程度、塩分は2.3gになる。その値からすると、「ひじきご飯弁当」では不足であり、逆に「夏の味めぐり幕の内御膳」「やわらか若鶏の唐揚げ弁当」「たっぷりタルタルの白身フライのり弁当」「のり弁当」「ボリュームミックス弁当」ではかなり多めのエネルギー量であることがわかる。特に「夏の味めぐり幕の内御膳」「ボリュームミックス弁当」は、たんぱく質、脂質においても多いので、男性向きの弁当に設定されていると考える。

また、弁当のみを摂取をした食事では、「ひじきご飯弁当」は熱量、栄養バランス双方から不十分な内容であり、「ジャンバラヤ」や「特製香味だれ肉野菜炒め弁当」のように品数が少ない弁当は、品数が多い「幕の内弁当」より栄養バランスが悪いと考える。

今回の弁当の塩分は、2.3~5.1gの範囲であり、1日の1/3量の2.3gより多かった。このことから1食を弁当にすると1日の目標量を超えてしまうと考えられる。

(5) ナトリウム量の表示について

本研究で調査した弁当14種すべてがナトリウム表示であった。ナトリウム表示は一般消費者にはわかりづらく、ナトリウム表示から塩分を計算できたのは3.9%との報告¹⁶⁾や表示方法の違いについてほとんど認知されていないとの報告⁶⁾がみられる。ナトリウム表示の中でも「mg」表示されていた弁当は3種のみで、11種は「g」表示であった。表示方法の違いを理解していない消費者にとっては、あたかも塩分と見間違えそうな表示であった。塩分は、弁当14種のすべてが目標量(1日の1/3量)を大幅に超えていた。このことから、一般に理解度の低い方法で表示す

ることで、販売会社が消費者へ塩分量を意識させないような意図が考えられる。食品表示法の施行により2020年までの移行期間を経て、食塩表示が義務付けられている。日本人の食事摂取基準（2015年版）より、ナトリウム（食塩）の目標量は男性8.0g/日未満、女性7.0g/日未満に下がっており、日本人の健康政策を進める上でもわかりやすい表示にすることを期待する。

（6）研究の限界点

本研究の限界点として以下の4点があげられる。

- 1) 本研究は、弁当の表示値が弁当内容の栄養成分を正しく表示しているかは不明である。
- 2) 本研究では、料理別は重量割合で求めた。素材の食品重量を測定していないため正確さには欠ける。
- 3) 試料調製はブレンダー処理を行ったため、CA法の測定誤差に関して、料理ごとや食品分類別に詳細に検討することができていない。
- 4) 14種の弁当で検討を行ったが、このデータ数で流通している弁当全体を把握できたかは疑問が残る。

5. 要約

本研究では、現在の消費者の動向に影響を与えるコンビニ弁当を取り上げ、その栄養成分表示・食材・調理法などを把握した。また、カロリーアンサー近赤外分光分析法(CA法)により、弁当の熱量、たんぱく質、脂質、炭水化物、ナトリウム量を測定し、コンビニエンスストア市販弁当の栄養成分表示値と比較した。その結果、CA法の精度を検討した。

（1）弁当の分析

試料に用いた弁当14種の平均価格は463円で、料理総重量の平均は386.4gであり、価格と総重量間に正の相関関係がみられた。また、野菜料理の重量割合は、表示各栄養素とすべて負の相関関係で、各栄養量が多くなるほど、野菜料理の重量割合は少なくなることが分かった。弁当に用いられた食材は、鶏肉料理、卵料理、ごぼう、人参、蓮根、胡麻が多かった。

これらの弁当の栄養成分表示は、日本人の食事摂取基準（2015年版）の目標量に合わせて、炭水化物のエネルギー割合の値が低めになっていた。しかしナトリウムに関しては、目標量に合っていないかった。

（2）CA法による測定

CA法で得られた測定値と栄養成分値を比較すると、熱量、炭水化物では一致度が高いが、たんぱく質は低く評価し、脂質とナトリウムは高く評価する可能性が考えられた。このことから、機器の精度に関しては、今後更に向上が必要である。

現時点ではまだ大きな誤差がみられる場合があるが、カ

ロリーアンサーにより専門家でなくとも手軽に栄養価が測定できることは、企業にとって有意義であると考えられる。また、消費者にとっては手軽に入手できるコンビニ市販弁当であるが、弁当の栄養量や栄養バランスは大きく異なった。コンビニ市販弁当は、野菜の重量割合が少ないものが多く、脂肪や食塩が多いものもあった。栄養表示には±20%の許容範囲があるため、消費者が健康的な生活を送るためには栄養成分表示ラベルについての知識があるとよいと考えられる。

6. 謝辞

研究にご支援賜りました、色川木綿子講師に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 公益財団法人 食の安全・安心財団 外食産業市場規模推移：外食率と食の外部化率の推移, 2016.8.18, <http://www.ananzaidan.or.jp/data/index.html>
- 2) 農林水産省：食料消費の動向, 2016.9.14, http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h26/h26_h/trend/part1/chap1/cl_3_01.html
- 3) 「中食・惣菜市場のメニュー×チャネル徹底調査2013」p.3-5, 富士経済, 2013
- 4) マイボイスコム株式会社：コンビニ弁当の利用に関するアンケート調査（第8回）, 2016.10.30, <http://www.myvoice.co.jp/biz/surveys/20310/index.html>
- 5) カロリーアンサー CA-HM ユーザーズマニュアル：(株)ジョイ・ワールド・パシフィック p12, 23
- 6) 折間桂子, 青木智子, 津久井亜紀夫：コンビニエンスストア市販弁当・おにぎり類の利用実態と食品成分表示について, 日本食生活学会誌, 19(2), 178-184, 2008, 09, 30
- 7) 川井孝子：市販弁当類の栄養素含量と問題点, 和歌山信愛女子短大紀要, 42, 18-28, 2002, 03
- 8) 西田実加, 山本奈美：コンビニ弁当の栄養価および食品構成に関する調査, 和歌山大学教育学部紀要, 教育科学, 65, 2015
- 9) 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のエネルギー評価, 日本栄養・食糧学会誌, 62, 2, 75-83, 2009
- 10) 菱田明, 佐々木敏：日本人の食事摂取基準（2015年版）, 第一出版, p.281, 2014
- 11) 高村仁知, 近藤聡子, 岡野悦子, 荻野麻理, 松澤一幸, 山中信介, 的場輝佳：市販の弁当類および惣菜類におけるミネラル含量とその問題点, 日本家政学会誌, 50(4), 377-387, 1999
- 12) 間瀬智子, 鈴木正枝：市販弁当の内容に関する検討,

- 名古屋女子大学紀要, 43 (家・自), 101-107, 1997
- 13) 難波友美, 串田修, 村山伸子: コンビニエンスストア弁当の野菜量とエネルギー, 脂肪エネルギー比率および食塩相当量との関連の検討, 新潟医療福祉学会誌, 12 (2), 28-34, 2012
- 14) 厚生労働省: 健康日本 21, 2016. 11. 22, http://www1.mhlw.go.jp/topics/kenko21_11/bl.html
- 15) 厚生労働省: 栄養表示基準第 3 条第 6 項 2016. 9. 14, <http://www.caa.go.jp/foods/pdf/syokuhin1098.pdf>
- 16) 消費者庁: 栄養表示に関する消費者読み取り等調査, 2014,03,107,2016.9.14, [caa.go.jp/foods/pdf/syokuhin1282.pdf](http://www.caa.go.jp/foods/pdf/syokuhin1282.pdf)

Abstract

This study examined nutritional values (energy, protein, fat, carbohydrate and sodium) of 14 kinds of commercially prepared lunch boxes at convenience stores using near-infrared spectroscopy by the Calorie Answer (CA) method. The obtained values were compared with indicated nutritional ingredients that are shown on the lunch boxes to evaluate the lunch boxes from a nutritional viewpoint. The study also examined the accuracy and validity of CA. The weight of every cooked food in the lunch boxes were separately measured. The side dishes and rice were homogenized using a food processor. The homogenized samples were measured using CA. Samples for salinity measurement were prepared by adding distilled water to the homogenized samples and filtering the mixtures, and the salinity concentration of each sample was measured using salinity meter.

Nutritional values measured using CA, relative to the nutrition component display (100), were as follows: energy 98.5 ± 10.2 , protein 73.2 ± 25.6 , fat 130.6 ± 51.3 , carbohydrate 96.6 ± 11.9 and sodium 153.0 ± 31.4 .

Nutritional values measured using CA highly matched for energy, and carbohydrates. However, it is considered that the level of protein is underestimated, and the level of fat and sodium overestimated.