

研究報告

三陸沿岸漁業地域住民の1日の塩素摂取量 及び塩素換算による食塩摂取量の検討

A Study on the Daily Intake of Chlorine and Salt
Calculating from Chlorine of the Residents in the Sanriku Coastal Fishery Area

千葉啓子^{*1}, 柳沼梢^{*2}, 中塚晴夫^{*3}, 渡辺孝男^{*4}

Keiko CHIBA, Kozue YANAGINUMA, Haruo NAKATSUKA and Takao WATANABE

Keywords: Chlorine intake, Salt intake, Food duplicate method
塩素摂取量, 食塩摂取量, 陰膳実測法

1.はじめに

食品に含まれる元素のうち、糖質、たんぱく質及び脂質の3大栄養素を構成する主要元素(水素、炭素、窒素、酸素)を除いた、ナトリウム(以下Naとする)、カリウム(以下Kとする)、カルシウム(以下Caとする)等と、これらより少ないが重要な生理作用を持つ鉄、亜鉛、銅等を合わせて無機質とよぶ。近年、さらに微量だが、重要な役割を持つ成分も注目され、クロム、モリブデン、セレン、ヨウ素は2010年度版の日本食品標準成分表に新たに加えられた。しかし、それらは実際の摂取量も人の身体での役割も、詳細は不明な点が多い。

これらの無機質はヨウ素を除くと金属元素で生体内では陽イオンとなることが多いが、これに対して生体内で陰イオンを構成する塩素(以下Clとする)については、摂取量等に関する資料はさらに少ない。一般に食品中では食塩(以下NaClとする)としてNaとひと組とみられているが、食塩を構成しないNaやClも存在している。

我々は実際に人が食べた食事を検体として分析する陰膳実測法により、飲食物を介して摂取される栄養素や無機質、微量元素の栄養価や健康影響を検討してきた^{1)~3)}。そこで、今回は陰膳実測法により1日の食事から摂取されるCl量を測定し、これから換算されたNaCl摂取(相当)量(以下、NaCl摂取量とする)について検討したので報告する。

2. 対象と方法

1)陰膳実測法による食事調査

調査は平成15年3月に実施した。対象地域は岩手県三陸沿岸部のウニやアワビ、コンブ・ワカメの主要産地である。対象者は養殖漁業従事者とその家族で、男39名(平均年齢53.8±14.9歳)、女40名(平均年齢55.1±12.4歳)、計79名である。対象者の丸一日分の全飲食物を朝食、昼食、夕食、それ以外(以下、間食とする)に分けて採取容器に詰めてもらい、食事票とともに回収した。食事検体は食品毎に分別・秤量したのち、各食事毎にミキサーにかけて均一化したものを容器に移し、分析まで一

30℃で凍結保存した。栄養素等摂取量は五訂版日本食品標準成分表を用いて算出した。陰膳回収時には食生活・嗜好に関するアンケート調査及び健康診断(医師による内科検診、採血、採尿、血圧測定、身長・体重・体脂肪測定、毛髪採取)も同時に実施した。

なお、本研究は代表者の所属する岩手県立大学盛岡短期大学の研究倫理審査委員会の承認を得たものである。また事前に本研究に関する説明文書を当該地域住民に配布し、書面にて同意を得られた者を対象者とした。

2)Cl分析

Cl濃度は食事検体10gに同量の精製水を加えて振盪器で10分間振盪し、その上清を硝酸銀直截滴定法を用いたクロライドカウンター(堀場製作所、モデルCL6)で測定した⁴⁾。さらにClの実測値にNaCl換算係数の1.65(Naの原子量23とClの原子量35.5からNaClの分子量は58.5となり、Cl量からNaCl摂取量を算出するには $58.5/35.5=1.65$ より、 $Cl \times 1.65 = NaCl$ 摂取量となる)を乗じてNaCl摂取量を算出した。

3)統計処理

測定によって得られたデータは平均値±標準偏差で示した。データ解析にはマイクロソフト社製のエクセル統計2007を使用した。Cl濃度、NaCl濃度の性差の検定には対応のない平均値の差の検定を、また、年齢階層間の比較には一元配置分散分析を行なった。Clから換算されたNaCl摂取量とNaから換算されたNaCl摂取量の関連性については、単相関分析を行なった。

3. 結果と考察

1)Cl摂取量及びCl量から算出したNaCl摂取量

陰膳実測法により、朝食・昼食・夕食・間食に分けて採取された、対象者の1日の食事からのCl摂取量を表1に示した。男39名の1日のCl摂取量(以下、平均値±標準偏差で表示)は 7.84 ± 2.72 gで、食事別に分けてみると、朝食で

*1 生活科学科食物栄養学専攻・教授 *2 東北大学大学院医学系研究科・研究員 *3 宮城大学看護学部・教授

*4 東北文教大学人間科学部・教授

2.31±1.14g、昼食で2.38±1.31g、夕食で3.02±1.60g、間食で0.36±0.94g摂取していた。同様に、女40名の1日のCl摂取量は7.09±1.88gで、食事別では朝食で2.25±1.02g、昼食で1.87±0.92g、夕食で2.79±0.97g、間食で0.24±0.16g摂取していた。男女とも夕食での摂取量が最も多く、間食で最も少なかった。1日の摂取量は男の方が多かったが、男女の摂取量に統計学的な有意差は認められなかった。年齢階層別にみた場合、男では50歳代が6.65gと他の年齢階層に比較してかなり少なかったのを除くと、年齢が高くなると摂取量が多くなる傾向にあったが、年齢階層間に有意な差は認められなかった。一方、女では40歳代までが6g以下であるのに対して、50歳代、60歳代はそれぞれ7.46g、7.8g、さらに70歳以上では8.26gと、年齢が高くなると塩素摂取量が増加し、年齢階層別摂取量には有意の差(p<0.01)が認められた。

Cl実測値から換算したNaCl摂取量を表2に示した。1日摂取量については、食事調査の栄養計算で算出したNaから換算されたNaCl摂取量も合わせて同表に示した。Cl換算による男39名の1日のNaCl摂取量は12.92±4.48gで、食事別では、朝食で3.81±1.88g、昼食で3.92±2.17g、夕食で4.98±2.64g、間食で0.59±1.56gであった。同様に、女40名の1日のNaCl摂取量は11.69±3.10gで、食事別では朝食で3.71±1.69g、昼食で3.08±1.51g、夕食で4.61±1.59g、間食で0.39±0.26gであった。

食事を介して摂取する1日のNaCl摂取量の各食事における摂取割合を表3に示した。男女とも夕食で最も多く摂取しており、男では1日摂取量の38%を、女では40%近くを摂取していた。最も摂取が少ないのは男女とも間食で3%程度であった。

食事検体中のCl摂取量からNaCl摂取量を検討した報告は余りみられないが、渡辺らが国内およびアジアの農村部で陰膳実

測調査を行い、食事検体からCl摂取量を実測し、それらをもとに1日のNaCl摂取量を換算した報告で、成人の1日のNaCl摂取量は13g前後であり⁴⁵⁾、今回の対象者で得られた結果と近似した値であった。これらより、今回の結果は1980年代から2000年代始めにかけてのわが国や近隣のアジア諸国の農漁村地域住民の高塩分摂取の状況を示していたと解釈される。

食事票から通常のNaからの換算方法で算出された1日NaCl摂取量は男で13.10±3.50g、女が11.69±3.10gで、Cl実測値から換算されたNaCl摂取量と栄養計算によるNaCl摂取量とはごく近似した値を示した。両者の間には全体(r=0.82, p<0.01)、男(r=0.74, p<0.01)、女(r=0.95, p<0.01)のいずれにおいても高い正相関を認めた。このうち、対象全体での結果を図1に示した。近年、保存料や防腐剤等の食品添加物を多く使用した加工・半加工食品を摂取する頻度が高く、これらの添加物にはNa化合物が多く含まれることから、Na換算には食塩を構成するNaの他に添加物由来のNaが含まれ、結果としてNaCl摂取量が高めに算出され、むしろClの実測値からの換算の方が実際のNaCl摂取量をより正確に表すのではないかと考えたが、結果的にCl換算値とNa換算値には殆ど差がなく、今回、実測で得られたCl量、栄養計算で得られたNa量とも、その殆どがNaClの構成成分として摂取されたものであることが伺える。

当該調査と同年の国民健康・栄養調査報告⁶⁾によると、日本人のNaCl摂取量(Na換算)は男女全体の平均で11.2g、男では12.0g、女では10.5gであり、それらと比較して本調査におけるNaCl摂取量は男女とも1g強高かった。対象者の食事内容の解析から魚貝類や海藻類、あるいはそれらの加工品等、海産物の摂取量が多いことが明らかにされており⁷⁸⁾、これらを摂取する際のしょうゆ等調味料の多用が大きな要因のひとつと考えられる。

表1 食事からのCl摂取量

	年齢階層	人数	Cl摂取量				
			朝食(g/meal)	昼食(g/meal)	夕食(g/meal)	間食(g/meal)	一日(g/day)
男	-39	7	2.14 ± 1.80	2.89 ± 0.79	3.19 ± 1.61	1.04 ± 1.91	8.03 ± 2.78
	40-49	6	2.13 ± 1.08	2.62 ± 1.09	3.28 ± 1.75	0.14 ± 0.09	8.15 ± 1.70
	50-59	12	2.13 ± 0.97	1.86 ± 1.13	2.49 ± 1.48	0.19 ± 0.16	6.65 ± 2.75
	60-69	8	2.82 ± 0.90	2.44 ± 1.30	3.06 ± 0.98	0.19 ± 0.15	8.49 ± 2.14
	70-	6	2.37 ± 0.30	2.75 ± 1.75	3.58 ± 1.97	0.18 ± 0.15	8.83 ± 3.24
	計	39	2.31 ± 1.14	2.38 ± 1.31	3.02 ± 1.60	0.36 ± 0.94	7.84 ± 2.72
女	-39	5	1.68 ± 0.44	2.23 ± 0.71	2.26 ± 0.59	0.22 ± 0.18	5.95 ± 1.37
	40-49	7	1.52 ± 0.54	1.11 ± 0.60	2.46 ± 0.98	0.18 ± 0.13	5.26 ± 1.32
	50-59	9	2.21 ± 0.68	1.78 ± 0.67	3.24 ± 1.00	0.23 ± 0.15	7.46 ± 1.16
	60-69	15	2.51 ± 1.11	2.26 ± 0.95	2.74 ± 0.78	0.28 ± 0.16	7.80 ± 1.82
	70-	4	3.33 ± 1.14	1.54 ± 0.89	3.26 ± 1.19	0.17 ± 0.13	8.26 ± 1.88
	計	40	2.25 ± 1.02	1.87 ± 0.92	2.79 ± 0.97	0.24 ± 0.16	7.09 ± 1.88
男女	合計	79	2.28 ± 1.08	2.11 ± 1.15	2.91 ± 1.32	0.29 ± 0.66	7.46 ± 2.36

表2 Cl 摂取量から換算した NaCl 摂取量

	年齢階層	人数	NaCl 摂取量 (Cl 換算)					(Na 換算)
			朝食(g/meal)	昼食(g/meal)	夕食(g/meal)	間食(g/meal)	一日(g/day)	一日(g/day)
男	-39	7	3.53 ± 2.97	4.76 ± 1.30	5.26 ± 2.66	1.72 ± 3.15	13.24 ± 4.58	13.50 ± 5.30
	40-	6	3.51 ± 1.77	4.32 ± 1.80	5.41 ± 2.89	0.23 ± 0.14	13.43 ± 2.81	12.20 ± 2.81
	50-	12	3.50 ± 1.60	3.06 ± 1.86	4.10 ± 2.45	0.32 ± 0.26	10.96 ± 4.53	12.20 ± 2.90
	60-	8	4.65 ± 1.49	4.03 ± 2.14	5.04 ± 1.62	0.32 ± 0.25	13.99 ± 3.53	14.70 ± 3.20
	70-	6	3.91 ± 0.50	4.54 ± 2.88	5.91 ± 3.24	0.30 ± 0.24	14.56 ± 5.34	13.10 ± 3.40
	計	39	3.81 ± 1.88	3.92 ± 2.17	4.98 ± 2.64	0.59 ± 1.56	12.92 ± 4.48	13.10 ± 3.50
女	-39	5	2.77 ± 0.72	3.68 ± 1.17	3.72 ± 0.97	0.37 ± 0.30	9.80 ± 2.26	9.40 ± 2.80
	40-	7	2.50 ± 0.89	1.83 ± 1.00	4.06 ± 1.62	0.29 ± 0.21	8.68 ± 2.18	8.40 ± 1.90
	50-	9	3.65 ± 1.12	2.93 ± 1.10	5.34 ± 1.65	0.38 ± 0.24	12.30 ± 1.91	12.60 ± 2.10
	60-	15	4.14 ± 1.83	3.73 ± 1.57	4.51 ± 1.29	0.47 ± 0.27	12.85 ± 3.00	12.90 ± 3.00
	70-	4	5.50 ± 1.87	2.54 ± 1.46	5.38 ± 1.97	0.28 ± 0.22	13.62 ± 3.09	13.50 ± 3.90
	計	40	3.71 ± 1.69	3.08 ± 1.51	4.61 ± 1.59	0.39 ± 0.26	11.69 ± 3.10	11.69 ± 3.10
男女	合計	79	3.76 ± 1.79	3.48 ± 1.90	4.79 ± 2.18	0.48 ± 1.08	12.30 ± 3.89	12.40 ± 3.40

表3 各食事における NaCl 摂取割合

	年齢階層	人数	食事別 NaCl 摂取割合			
			朝食(%)	昼食(%)	夕食(%)	間食(%)
男	-39	7	26.5 ± 25.1	25.5 ± 24.5	39.1 ± 14.4	8.9 ± 14.0
	40-49	6	27.2 ± 14.3	33.3 ± 15.4	37.9 ± 13.8	1.5 ± 1.4
	50-59	12	33.6 ± 13.1	26.9 ± 10.6	36.7 ± 10.5	2.8 ± 2.7
	60-69	8	32.9 ± 6.0	28.1 ± 11.0	37.0 ± 9.0	2.0 ± 1.8
	70-	6	29.0 ± 6.1	28.6 ± 15.6	41.0 ± 14.6	1.4 ± 1.9
	計	39	30.5 ± 14.8	28.1 ± 15.7	38.0 ± 12.3	3.3 ± 6.8
女	-39	5	29.6 ± 9.2	28.4 ± 15.5	38.3 ± 9.5	3.7 ± 2.9
	40-49	7	30.3 ± 10.4	19.7 ± 10.5	46.4 ± 11.0	3.6 ± 2.5
	50-59	9	29.6 ± 7.4	24.1 ± 9.4	43.1 ± 11.4	3.2 ± 1.8
	60-69	15	31.1 ± 9.1	29.3 ± 10.6	35.9 ± 9.8	3.7 ± 2.1
	70-	4	40.0 ± 7.4	20.0 ± 11.8	38.6 ± 6.5	1.4 ± 1.7
	計	40	31.3 ± 9.3	25.4 ± 11.9	39.9 ± 10.9	3.4 ± 2.3
男女	合計	79	30.9 ± 12.3	26.7 ± 14.0	39.0 ± 11.6	3.3 ± 5.1

対象者の大半は沿岸部に居住し、長年にわたって養殖漁に従事し、その生活環境は日常的に海洋性 NaCl に暴露されており、普段の食生活では海産物を多く摂取している事が 1998 年からの継続的調査によって明らかである⁹⁾。これらの地域性は、内陸部に生活し、食事性 NaCl に依存する地域住民の無機質や微量元素の体内動態¹⁰⁾とは異なった特徴を有している事も推測され、興味深い。今回、食事検体から実測した Cl 量にはこれらに関する明確な特徴はみられなかったが、今後、食事だけでなく、血液や尿等の生体試料中の Cl をはじめ各種元素の分析を通じて、これらの点を明らかにしたいと考える。また、必要に応じて同県内陸部の地域住民についても陰膳実測調査を実施し、沿岸部でのデータと比較検討していきたい。

4. まとめ

三陸沿岸部に居住する漁家を対象に、陰膳実測法により 1 日の食事から摂取される塩素量と塩素量から換算された食塩摂取量について検討した。男 (39 名) の 1 日の Cl 摂取量は $7.84 \pm 2.72\text{g}$ で、女 (40 名) では $7.09 \pm 1.88\text{g}$ で、女では年齢とともに摂取量が増加し、年齢階層間に有意の差 ($p < 0.01$) が認められた。Cl の実測値から換算された NaCl 摂取量は男では $12.92 \pm 4.48\text{g}$ 、女では $11.69 \pm 3.10\text{g}$ で、食事票から Na 換算で算出された食塩摂取量と近似し、両者に強い正の相関関係が認められた。

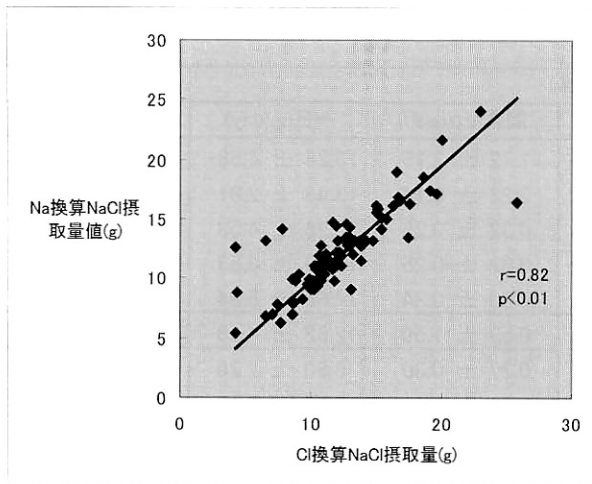


図1 Cl実測値換算によるNaCl摂取量とNa換算によるNaCl摂取量の関係

謝辞

本研究に際し、陰膳食事調査にご協力をいただいた地域の皆様に深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) K. Chiba, A. Koizumi, M. Kumai, T. Watanabe and M. Ikeda: Nationwide survey of high-density lipoprotein cholesterol among farmers in Japan, *Preventive Med.*, 12, 508-522 (1983)
- 2) K. Chiba, M. Miyasaka, A. Koizumi, M. Kumai, T. Watanabe and M. Ikeda: Comparison of food constituents in the diet of female agricultural workers in Japan with high and low concentrations of high density lipoprotein in their sera, *J. Epidem. Comm. Health.* 39, 259-262 (1985)
- 3) 中塚晴夫, 渡辺孝男, 櫻井 梢, 新保慎一郎, 池田正之: 陰膳実測法によるアジア地域の小児の塩素摂取量: *日衛誌*, 60, 263 (2005)
- 4) 渡辺孝男, 中塚晴夫, 猪口尚子, 張 作文, 新保慎一郎, 池田正之: 東南アジア地域住民の食塩摂取状況と微量元素の栄養に関する国際比較, *ソルトサイエンス研究財団平成10年度助成研究報告集II 生理食品栄養系編*, 235-245 (2000)
- 5) M. Ikeda, M. Kasahara, A. Koizumi and T. Watanabe: Correlation of cerebrovascular disease standardized mortality ratio with dietary sodium and the sodium/potassium ratio among the Japanese population, *Preventive Med.*, 15, 46-59 (1986)
- 6) 厚生労働省 平成15年国民健康・栄養調査報告, *健康・栄養情報研究会編*, 第一出版 (2006)
- 7) 千葉啓子, 中塚晴夫, 渡辺孝男, 山内博: 漁業従事者とその家族における食事からの一日の総ヒ素摂取量と尿中ヒ素濃度について, *第14回ヒ素シンポジウム講演要旨集*, 31-32 (2008)

- 8) 千葉啓子, 中塚晴夫, 渡辺孝男: 漁村居住者の栄養摂取状況—魚介類, 海藻類摂取量と脂肪酸摂取量との関連について, *日本公衛誌*, 55, 600 (2008)
- 9) 千葉啓子, 立身政信, 山内 博: 岩手県における環境化学物質の健康影響に関する研究(その1) ヒ素の発癌性に関する基礎的検討, *平成10年度岩手県立大学研究成果概要集*, 216-219 (1999)
- 10) S. Shimbo, Y. Imai, M. Yasumoto, K. Yamamoto, S. Kawamura, K. Kimura, T. Watanabe, R. Sato, O. Iwami and M. Ikeda: Quantitative identification of sodium chloride sources in Japanese diet by 24-hour total duplicate analysis, *J. Epidemiology*, 3, 77-82 (1993)