

9 6 4 5 食塩中の微量・超微量元素の地域特異性とヒトの健康に及ぼす影響

助成研究者：千葉 百子(順天堂大学 医学部)
共同研究者：篠原 厚子(順天堂大学 医学部)
渡辺 弘美(順天堂大学 医学部)
小松 康宏(千葉県こども病院)

研究目的

食塩の殆どは NaCl であるが、他の元素組成は、由来(岩塩、海水、合成)、産地、精製度により非常に差が大きいと考えられる。申請者らはタイ東北部で知られている地方病の国際協力研究の過程で、発症要因として摂取元素の過不足を疑い、食物・飲料水等を分析し、タイ東北部の露天の塩田の塩の Mg 含量が極めて低いことを見出した。塩は大量ではないが毎日 10 g 前後繰り返し摂取することから、特に食事内容が単調な場合には微量元素摂取への食塩の寄与が考えられる。

本研究では食塩の元素組成の特徴と生産地や原料との関係を考察し、疾病構造や風土病との関連を検討することを目的とした。まずはじめに、日本国内および海外で入手した塩の出来るだけ多くの種類の元素を分析し、各国(または都市)で使われている塩の元素の特徴を知り、その次の段階として、その国(または都市)の疾病統計を入手し、塩の健康との関係を観察することを計画した。これらの結果から、食塩の予防医学的な活用方法を思考することが可能となろう。

研究方法

家庭、レストランで使っている塩および市販品等の食用塩 90、飛行機の機内食に添付されている塩 63、岩塩 4、お清め用 8、その他非食用塩 6 の合計 171 検体を分析用試料とした。日本国内以外に 28 カ国の試料を含む。これらの試料中に含まれる元素の種類とその濃度を分析した。測定元素は Na、Mg、K、Ca、Fe、Zn、P 等 53 元素である。NaCl 濃度は測定した Na から計算で求めた。

結果と考察

1. NaCl 濃度は全ての試料で高かった。家庭用等の食用塩の NaCl 最低値は 77.4%、機内食塩の最低値は 69.2% であった。機内食塩の元素濃度は、家庭用等の食用塩に比べて、濃度の低い元素が多かった。
2. 食用塩中の Mg 濃度が、欧米の国(UK、ルウェー、ポーランド、オランダ、ドイツ、ロシア、USA etc.) の塩では低く、アジアの国(日本、シンガポール、インド、タイ、マレーシア、ベトナム)の塩では高く、その差は 100 倍に及んだ。
3. 岩塩には Ca 濃度が高かった。その他 Al、Fe、Ni、Sr も他の用途の塩より高値であった。
4. お清め用の塩には Sn、Pb、Te などが高かった。
5. その他の非食用塩では Mn、Rb、Sb などが高かった。
6. Mg が高い試料では K も高く、P が高い試料では Al も高い傾向があった。
7. 塩の由来、地域特異性を追跡するには、Mg、K、Ca、Al、P、などが手掛かりになるのではないかと考えられた。

今後の課題

研究目的の前半で本年度は終了した。この分析結果が有効に使われることを期待する。研究計画の後半は今後機会を見て進めて行きたいと考えている。

9 6 4 5 食塩中の微量・超微量元素の地域特異性とヒトの健康に及ぼす影響

助成研究者：千葉 百子 (順天堂大学 医学部)
共同研究者：篠原 厚子 (順天堂大学 医学部)
渡辺 弘美 (順天堂大学 医学部)
小松 康宏 (千葉県こども病院)

研究目的

食塩の殆どは NaCl であるが、他の元素組成は、由来（岩塩、海水、合成）により、また同じ原料でも産地や精製度により非常に差が大きいということは容易に考えられる。申請者らはタイ東北部で頻発する地方病の国際協力研究の過程で、発症要因として摂取元素の過不足を疑い、食物・飲料水等を分析したところ、タイ東北部の露天の塩田の塩は Mg 含量が極めて低いことがわかった。塩は大量ではないが毎日 10 g 前後繰り返し摂取することから、特に食事内容が単調な場合には微量元素摂取への食塩の寄与が考えられる。

本研究では食塩の元素組成の特徴と生産地や原料との関係を考察し、疾病構造や風土病との関連を検討することを目的とした。その第一段階として、日本国内および海外で入手可能な塩の微量・超微量元素を分析し、各国（または都市）で使われている塩の元素の特徴を知り、第二段階として、その国（または都市）の疾病統計を入手し、塩の健康との関係を観察し、第三段階として、食塩の予防医学的な活用方法を思考することを計画した。

研究方法

1. 試料の収集：国内外を旅行するとき、ポリ袋を携帯し、レストランや家庭で使っている塩を収集し、またはその地域のスーパーマーケットで塩を購入した。また、飛行機の機内食に添付されている塩を集めて、分析用試料とした。食用に供する塩を主体としたが、入浴時に使用するもの、岩塩、お清めの塩なども入手し、試料とした。分析したものは、29 カ国からの食用 88、機内食用 63、岩塩 4、お清め 8、その他の非食用6の合計 169 検体である。

2. 試料の前処理：試料約 0.1 g を精秤し、1.0 ml の 0.5% 硝酸に溶解し、適宜希釈して測定した。

3. 元素の測定：Na、Mg、K、Ca、Fe、Zn はフレイム原子吸光法（AAS、日立 Z-6100型）で、P は比色法（「衛生試験法」記載の方法）で、その他の元素はマイクロ波プラズマ-質量分析法（MIP-MS、日立 P-7000型）で測定した。食塩（NaCl）濃度は測定した Na から計算で求めた。

研究結果

1. 家庭用、レストランおよび市販の食用塩 88 試料の分析結果について、国別及び全体について算出した平均値（mean）と標準偏差（SD）表 1 に示す。このうち日本の食用塩 8 試料の個々の値を表 2 に示す。
2. 機内食の塩 63 試料の分析結果を、出発地の国別に表 3 に示す。
3. 非食用塩の 18 試料については、岩塩 4 試料（全てポーランド）、お清め用 8 試料（全て日本）、その他の 6 試料は、試薬特級塩化ナトリウム 2 検体（東京）、マッサージ用 1 検体（東京）、用途不明 3 検体（死海、地中海、オムスク-ロシア）である。岩塩、お清め、その他に分け、mean と SD を表 4 に示す。

考察

1. 分析値について

微量分析を行う場合、マトリックスの一致した既知濃度の標準試料を分析し、分析値の正確さを確認することが望ましい。最近、多元素同時に感度良く測定できる機器が開発され、普及してきたので、微量または超微量元素の測定ができるようになった。しかし、標準試料の中に保証値を持たない元素が多い。そこで、内標準を入れマトリックスの影響を補正することと、回収率測定をすることで、分析値の信頼性を高めた。

一方、今回測定した試料は系統立てて収集したものではなく、また同一製品のロットによる違いは検討していないが、国や用途によるおおよその特徴を掴むことはできた。

2. 家庭用、レストランおよび市販の食用塩

2.1. 塩化ナトリウム (NaCl) について

NaCl 含量は平均 91.2% であり、最低は 77.4%（タイ、ウボンラチャタニ市のレストラン）、次いで 80.0%（シンガポールの中華レストラン）が低く、最高は 99.93%（日本、市販品）であった。その他に 99% を超えるものが 5 試料あり、ロシア（モスクワとエカテリンブルグ）のレストランが 2 件、エジプト（ギザ市）のホテル・レストラン、日本（京都）のレストラン、タイ（ウボンラチャタニ市）の市販品各 1 件であった。

日本と台湾を除くアジアの 5 カ国の塩は国別平均値が 80% 台であった。ロシアを含むヨーロッパ 8 カ国の塩は国別平均値がイタリアのみ 80% 台（88.4%）で、その他の国では 90% 台であった。

2.2. マグネシウム (Mg) について

試料により Mg 濃度は大きく異なり、検出限界以下のもの 4 件（UK とデンマークのレストラン各 1 件、ノルウェーのレストラン 2 件）、 $1 \mu\text{g/g} \sim 5 \mu\text{g/g}$ 14 件（ロシアとエジプト各 3、イタリアとタイ各 2、チェコ、フランス、UK 各 1）あった。高い方では $3000 \mu\text{g/g}$ を超えたのは 2 件で $3789 \mu\text{g/g}$ （シンガポール、大学カフェテリア）と $3582 \mu\text{g/g}$

g（日本、市販品）であった。国別の平均値とSDは表1に示す通りであり、UK、ノルウェー、USA、ロシア、ポーランドの個々の試料中Mgは全て低値であった。シンガポール、日本、インド、タイは平均値は高かったが、個々の試料の値をみると、高いものが多いが、中には低いものもあった。Mgが高い国と低い国の平均値には100倍以上差があるという興味深い結果であった。USAとヨーロッパは通常は岩塩由来の食塩ということであるが、UKの食塩の由来を今後追跡したい。UKの2試料はチェスターとリバプールで入手したもので、Mg濃度は前者は検出限界以下、後者は $1.9 \mu\text{g/g}$ であった。

2.3. カリウム(K)について

Mgと同様に、試料間の差はかなり大きい。国別平均値で見ると、日本の塩のK含量が際立って高い。個別にみると $18 \mu\text{g/g}$ （徳島市のレストラン）から $50609 \mu\text{g/g}$ （市販品）まで開きがあった。台湾、イタリア、タイ、シンガポールの塩は比較的高濃度であった。UKの塩は非常に低く（23と $11 \mu\text{g/g}$ ）、次いでロシア、デンマーク、メキシコの塩で低値であった。

2.4. 鉄(Fe)について

88試料中51試料についてFeを測定したところ、8試料は検出限界以下であった。タイの塩はFe含量の高いものが多く、14試料中4試料が $10 \mu\text{g/g}$ 以上であった。

2.5. カルシウム(Ca)について

Caもまた試料間の差が大きいが、88試料の全てから検出された。タイ、インド、チエコ、日本の塩は高濃度のものが多く、UK、ノルウェーの塩では非常に低い。

2.6. 亜鉛(Zn)について

Znは88試料全てについて測定したが、検出されたのは21試料のみであった。最も高かったのはノルウェーのレストランのもので $123.3 \mu\text{g/g}$ であり、二番目に高かったのはロシアのレストランのもので $34.9 \mu\text{g/g}$ であった。

2.7. リン(P)について

88試料中51試料について測定した。16試料から検出され、27.9から $194.4 \mu\text{g/g}$ であった。USAの塩のP濃度が2試料共に高かった。

2.8. リチウム(Li)、バナジウム(V)、およびマンガン(Mn)について

Liは全試料から検出された。Liはノルウェーの1試料が非常に高く、 $11.57 \mu\text{g/g}$ であった。次いでラオスとベトナムの試料で 4.58 、 $4.14 \mu\text{g/g}$ と高値を示したがどちらも1試料の分析値である。USAの2、イタリアの2、タイの1試料が $1.0\sim 1.9 \mu\text{g/g}$

であったが、その他は全て $1 \mu\text{g/g}$ 以下であった。

Vも全試料から検出された。ノルウェーの1試料が非常に高く、 $2.21 \mu\text{g/g}$ であった以外は全て $1 \mu\text{g/g}$ 以下であった。

Mn は4試料(ノルウェー3試料、ロシア1試料)で検出されなかった以外は全ての試料から検出された。イスラエルの塩は3試料とも非常に高く、その他は同一国でも差が見られた。

2.9. 鉛(Pb)について

Pbは54試料の測定を行い、20試料で検出された。チェコ、ポーランド、USA、シンガポール、イスラエル、メキシコ、ラオスのものには検出されなかった。ベトナムの $6.26 \mu\text{g/g}$ が最も高く、次いでイタリアの1試料が $1.11 \mu\text{g/g}$ であった以外は全て $0.1 \mu\text{g/g}$ であった。フランスの塩は8試料中1試料のみで Pb が検出された。

2.10. その他の元素について

測定を行い、検出された元素はベリリウム(Be)、クロム(Cr)、コバルト(Co)、ニッケル(Ni)、銅(Cu)、ガリウム(Ga)、ゲルマニウム(Ge)、セレン(Se)、ルビジウム(Rb)、ストロンチウム(Sr)、ジルコニウム(Zr)、モリブデン(Mo)、パラジウム(Pd)、銀(Ag)、インジウム(In)、スズ(Sn)、アンチモン(Sb)、テルル(Te)、セシウム(Cs)、白金(Pt)、タリウム(Tl)、ビスマス(Bi)、トリウム(Th)、ウラン(U)、イットリウム(Y)、ランタン(La)、およびセリウム(Ce)であり、国別平均値を表1に示してある。スカンジウム(Sc)、プラセオジウム(Pr)、ネオジウム(Nd)、サマリウム(Sm)、ユーロピウム(Eu)、ガドリニウム(Gd)、テルビウム(Tb)、ジスプロシウム(Dy)、ホルミウム(Ho)、エルビウム(Er)、ツリウム(Tm)、イットルビウム(Yb)、ルテチウム(Lu)は測定した試料(88中48試料)には検出されなかった。

3. 機内食の食用塩

機内食に添付される食用塩は食事の調製される出発国で調達されると思われるので、airline 別ではなく、出発国別に分けた。

3.1. 塩化ナトリウム(NaCl)について

平均 90.9% であり、家庭やレストランで使う塩中の濃度と同程度であった。最低は 69.2% (東京→シンガポール)、次いで 73.1% (USA国内便) であり、それ以外は全て 80% 以上であった。99.8% を超えるものも4試料あった。

3.2. マグネシウム(Mg)について

試料間の差が大きかった。分析試料数が少ないが、台湾、オーストラリア発の機内食塩で Mg は高値であった。日本発のものも平均値で見ると高いが、14試料中5試料で検出限界以下であり、検出されたものは $1 \sim 357 \mu\text{g/g}$ の幅があった。 $357 \mu\text{g/g}$ を示した

試料は NaCl 濃度が最低値であったもの（東京→シンガポール）と同一試料であった。家庭などの食用塩で最低値であった UK から出発した飛行機の機内食の塩の Mg 濃度はやはり最低の部類であった。

3.3. カリウム (K) について

家庭やレストランで使う塩と同じ傾向にあり、日本発のものが突出して高く、UK 発、フランス発では低値であった。しかし、インドは家庭などの食用塩は高値であったが、インド発のものは低値であった。

3.4. カルシウム (Ca) について

家庭等の食用塩に比べて非常に低いものが殆どであるが、台湾、ロシア、USA、UK 発が家庭等の食塩と同程度の濃度を示した。

3.5. その他の元素について

一般的に家庭等で使用する食用塩に比べて低濃度の元素が多い。タイ発（バンコック→東京）の1試料の Zn、Li、Ni、Cu、Ge、Se、Sn、が際立って他の試料より高かった。今後その理由を調査したい。

4. 塩の使用目的別に見た元素濃度

上記の食用塩 151 試料と表 4 に示す非食用塩について、元素濃度を比較してみると

1. NaCl 濃度は全ての試料で高く、特に食用に供する塩では 69.2% 以上であった。
非食用塩の死海の塩が全試料中の NaCl 濃度が最も低く、42% であったが、この試料には土のような夾雑物があるために低いと考えられた。
2. 岩塩には Ca 濃度が高かった。その他 Fe、Ni、Sr も他の用途の塩より高値であった。
3. お清め用の塩には Sn、Pb、Te が高かった。
4. その他の非食用塩では Mn、Rb、Sb が高かった。
5. Mg が高い試料では K も高い傾向があった。

今回分析した岩塩は、ポーランドの南部、ヴィエリチカ塩鉱山のもの3検体と中央部の塩鉱山のもの1検体のみで、全てポーランド産である。分析結果を一般化するには十分な試料数を分析をする必要がある。

今後の課題

研究目的の項に記したように、3段階の手順で研究を進めすことを立案した。その第一段階を進める事は出来たと考えている。第2段階以降は今後機会を見て進めて行く予定で

ある。

1. 第1段階： 元素含量の特異性について

日本の食用塩は国産、輸入を含めて海水由来ということである。ヨーロッパやUSAでは岩塩由来の塩を食用にしているということである。日本の塩にMgとK濃度が高い理由はその由来によると考えられるので、市販品については製造元から原材料に関する情報を入手し、つき合わせて検討する必要がある。

今回の分析結果から、Mg、K、P、の含有量は塩の由来、または地域特異性を分類するのにヒントになり得る元素ではないかとおもわれる。含有量の少ない微量または超微量元素にも、その地域の塩の特徴が現れると考えられる。従って、塩中のこれら元素に関する更なる研究から、その塩のオリジン（戸籍のようなもの）を探し当てることに活用できるのではないかと考えている。

2. 第2段階： 塩の特徴と疾病

日本の水は殆ど軟水であるが、硬度の低い地方には脳血管障害が多いといわれている。水の硬度はMgとCaで決まる。果たして塩の中のMg、CaまたはKとの関係等はどのようなかなどの疫学的、統計的解析を予定している。

3. 第3段階： 塩の予防医学的活用法

上記の1.と2.が確かなものとなったとき、塩の利用法をさらに拡大することができよう。

この1年間で出来たことは当初の計画からすれば、中途半端ではあるが、塩の中のこれだけ多種類の元素濃度を測定した例は今までに国内外に見あたらない。その意味ではこの結果が何らかの役に立つと考え、膨大なデータを収載させていただいた。

表1 家庭、レストランおよび市販の食用塩中の元素濃度 (その1)

国名	n	NaCl* (mg/g)	Na (mg/g)	Mg (ug/g)	K (ug/g)	Fe (ug/g)	Ca (ug/g)	Zn (ug/g)	P (ug/g)	Li (ug/g)	Be (ug/g)	V (ug/g)	Cr (ug/g)	Mn (ug/g)	Co (ug/g)	Ni (ug/g)
日本	Mean	912	362	1614	6519	0.00	857	1.40	0.0	0.46	0.21	0.50	0.011	0.55	0.04	0.198
	SD	68	27	1429	16665	0.00	1158	3.37	0.0	0.18	0.17	0.07	0.011	0.63	0.03	0.183
台湾	Mean	906	359	99	907	—	952	0.26	—	0.21	—	0.36	—	0.13	—	0.148
	SD	19	8	15	394	—	1197	0.47	—	0.04	—	0.03	—	0.03	—	0.126
タイ	Mean	884	351	1087	655	7.12	2373	0.07	35.59	0.46	0.28	0.39	0.14	6.73	0.04	0.152
	SD	53	21	788	591	5.10	1924	0.25	57.14	0.19	0.14	0.05	0.16	4.11	0.02	0.140
ラオス	Mean	898	356	2238	607	ND	2133	ND	ND	4.58	3.01	0.53	0.56	10.53	0.08	ND
	SD	82	354	1442	291	ND	942	ND	ND	4.14	2.13	0.61	0.77	6.71	0.05	ND
シンガポール	Mean	820	325	1652	604	2.63	724	ND	7.48	0.60	0.49	0.42	0.07	8.07	0.08	ND
	SD	27	11	1576	404	0.37	267	ND	12.95	0.09	0.16	0.03	0.04	4.02	0.06	ND
インド	Mean	867	344	1332	522	7.14	1925	ND	ND	0.63	0.37	0.48	0.08	2.78	0.06	0.326
	SD	922	366	15	95	—	528	7.60	—	0.33	—	0.49	—	0.33	—	0.258
ロシア	Mean	48	19	11	43	—	871	11.75	—	0.21	—	0.07	—	0.34	—	0.310
	SD	953	378	9	187	—	18	15.93	—	1.80	—	0.57	—	1.79	—	1.75
ノルウェー	Mean	19	8	7	87	—	8	40.59	—	3.70	—	0.62	—	1.79	—	4.11
	SD	914	363	202	102	1.92	599	ND	8.73	0.44	0.56	0.44	0.73	2.88	0.03	0.084
デンマーク	Mean	6	-2	334	80	0.69	709	ND	15.13	0.15	0.12	0.02	0.030	2.30	0.03	0.09
	SD	924	366	1	17	1.42	9	ND	ND	0.22	0.29	0.41	0.04	0.20	0.03	0.107
イギリス	Mean	918	364	116	403	2.86	1639	ND	ND	0.74	0.57	0.53	0.080	0.39	0.06	ND
	SD	11	4	90	271	0.72	1210	ND	ND	0.31	0.11	0.06	0.101	0.08	0.08	ND
フランス	Mean	920	365	669	199	3.38	125	0.12	5.7	0.50	0.46	0.50	0.044	1.84	0.03	0.03
	SD	15	6	782	155	5.85	133	0.31	15.0	0.18	0.08	0.11	0.057	1.85	0.05	0.09
イタリア	Mean	884	350	563	681	4.88	830	ND	31.8	0.89	0.39	0.47	0.065	5.40	0.04	0.16
	SD	27	11	503	266	3.90	728	ND	29.1	0.57	0.15	0.02	0.023	4.22	0.02	0.13
ポーランド	Mean	901	357	23	237	2.96	758	0.50	ND	0.63	0.47	0.46	0.02	1.75	ND	0.688
	SD	866	344	115	103	1.92	1075	0.96	31.67	0.28	0.47	0.45	0.26	0.48	0.04	ND
メキシコ	Mean	923	366	11	416	1.43	445	ND	127.76	1.06	0.43	0.71	0.18	0.72	0.08	ND
	SD	875	347	189	473	3.80	107	ND	80.40	0.34	0.40	0.53	0.106	35.89	0.07	ND
イスラエル	Mean	25	10	86	169	4.05	61	61.86	0.07	0.08	0.10	0.009	2.98	0.02	ND	
	SD	951	377	309	233	—	463	2.80	—	0.27	—	0.57	—	2.47	—	0.61
エジプト	Mean	38	15	314	51	—	503	2.98	—	0.11	—	0.03	—	2.60	—	0.64
	SD	907	360	610	948	4.12	893	2.66	24.7	0.68	0.48	0.48	0.111	3.93	0.05	0.319
Total	Mean	48	19	924	5338	4.46	1275	13.88	45.6	1.33	0.45	0.21	0.151	7.05	0.04	1.350
	SD	907	360	610	948	4.12	893	2.66	24.7	0.68	0.48	0.48	0.111	3.93	0.05	0.319

表1 家庭、レストランおよび市販の食用塩中の元素濃度 (その2)

国名	n	Cu (ug/g)	Ga (ug/g)	Ge (ug/g)	Se (ug/g)	Rb (ug/g)	Sr (ug/g)	Zr (ug/g)	Mo (ug/g)	Pd (ug/g)	Ag (ug/g)	In (ug/g)	Sn (ug/g)	Sb (ug/g)	Te (ug/g)
日本	Mean	0.39	0.104	0.19	3.72	0.000	10.6	0.07	0.07	0.12	0.066	0.00	3.07	1.75	0.060
	SD	0.34	0.093	0.35	4.39	0.000	13.9	0.07	0.05	0.12	0.032	0.00	1.40	0.35	0.060
台湾	Mean	0.13	—	0.07	3.24	—	2.1	—	—	—	—	—	4.21	—	—
	SD	0.08	—	0.07	2.00	—	0.2	—	—	—	—	—	0.26	—	—
タイ	Mean	0.14	0.07	0.13	0.67	0.29	28.9	0.48	0.19	0.27	0.05	0.02	1.23	1.64	0.08
	SD	0.16	0.07	0.06	0.29	0.30	16.8	0.55	0.41	0.12	0.02	0.01	2.80	0.40	0.05
ラオス	Mean	1.07	0.02	ND	0.02	ND	1.1	0.02	ND	1.07	0.02	1.07	0.02	ND	1.07
	Mean	0.98	0.04	ND	0.04	ND	1.0	0.04	ND	0.98	0.04	0.98	0.04	ND	0.98
シンガポール	Mean	ND	0.11	0.15	0.75	0.18	31.1	1.28	0.16	0.39	0.09	0.06	1.57	2.02	0.14
	SD	ND	0.06	0.07	0.32	0.13	12.8	0.87	0.12	0.21	0.07	0.06	1.26	0.13	0.05
インド	Mean	0.81	0.05	0.33	0.05	0.33	0.8	0.05	0.33	0.81	0.05	0.81	0.05	0.33	0.81
	Mean	0.34	—	0.29	13.19	—	9.8	—	—	—	—	—	4.04	—	—
ロシア	Mean	0.31	—	0.37	13.01	—	15.9	—	—	—	—	—	0.46	—	—
	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ノルウェー	Mean	2.34	—	2.35	43.47	—	0.5	—	—	—	—	—	6.87	—	—
	SD	5.82	—	6.08	91.06	—	0.4	—	—	—	—	—	2.96	—	—
デンマーク	Mean	0.21	0.055	0.12	0.67	0.069	8.8	0.32	0.12	0.20	0.053	0.025	0.48	2.21	0.121
	SD	0.21	0.020	0.02	0.12	0.081	9.6	0.38	0.06	0.10	0.031	0.018	0.14	0.47	0.057
イギリス	Mean	0.64	0.06	0.11	0.16	0.06	0.9	0.03	0.03	0.14	ND	ND	0.26	1.59	0.08
	Mean	ND	0.108	0.12	0.98	0.05	14.27	0.84	0.19	0.37	0.108	0.08	0.41	1.69	0.16
チェコ	Mean	ND	0.089	0.09	0.18	0.07	9.67	1.18	0.10	0.15	0.096	0.07	0.07	0.07	0.08
	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
フランス	Mean	0.09	0.076	0.11	0.57	0.011	4.6	1.28	0.14	0.22	0.104	0.061	1.01	1.90	0.100
	SD	0.23	0.058	0.07	0.25	0.020	4.5	2.12	0.07	0.18	0.078	0.062	0.56	0.54	0.076
イタリア	Mean	0.38	0.055	0.11	0.40	0.087	32.4	0.19	0.13	0.23	0.038	0.010	0.30	1.87	0.078
	SD	0.32	0.015	0.05	0.28	0.056	26.4	0.15	0.06	0.07	0.010	0.008	0.06	0.36	0.025
ポーランド	Mean	ND	0.04	0.69	0.04	0.69	ND	0.04	0.69	ND	0.04	ND	0.04	0.69	ND
	Mean	ND	0.04	ND	0.04	ND	ND	0.04	ND	ND	0.04	ND	0.04	ND	ND
メキシコ	Mean	ND	0.04	ND	0.04	ND	ND	0.04	ND	ND	0.04	ND	0.04	ND	ND
	Mean	ND	0.04	ND	0.04	ND	ND	0.04	ND	ND	0.04	ND	0.04	ND	ND
アメリカ	Mean	0.20	0.074	0.10	0.99	0.20	2.0	1.19	0.08	0.31	0.104	0.057	0.89	2.34	0.186
	SD	0.28	0.026	0.05	0.14	0.04	0.6	1.07	0.06	0.24	0.017	0.028	0.33	0.64	0.157
エジプト	Mean	1.10	—	0.18	4.51	—	19.1	—	—	—	—	—	3.44	—	—
	SD	1.14	—	0.20	4.93	—	20.1	—	—	—	—	—	0.33	—	—
Total	Mean	0.49	0.069	0.35	6.52	0.141	16.5	0.60	0.15	0.26	0.067	0.032	2.33	1.78	0.719
	SD	1.91	0.059	1.95	30.42	0.208	21.1	1.09	0.24	0.15	0.070	0.042	2.52	0.56	3.260

表1 家庭、レストランおよび市販の食用塩中の元素濃度 (その3)

国名	n	Cs (ug/g)	Pt (ug/g)	Tl (ug/g)	Pb (ug/g)	Bi (ug/g)	Th (ug/g)	U (ug/g)	Y (ug/g)	La (ug/g)	Ce (ug/g)	備考
日本	Mean	0.00	0.08	0.01	0.082	0.014	0.035	0.013	0.010	0.028	0.000	Sc, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu は、 90試料中48試料の測定をした が検出されなかった。 * : Naの測定値から計算 で求めたNaCl含量 ND : Under Detection Limit — : 測定せず
	SD	0.00	0.08	0.01	0.082	0.014	0.035	0.013	0.007	0.004	0.000	
台湾	Mean	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
タイ	Mean	0.02	0.14	0.02	0.08	0.03	0.04	0.02	0.01	0.01	0.00	
	SD	0.01	0.07	0.01	0.15	0.03	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	
ラオス	Mean	0.02	1.07	ND	1.07	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	
	SD	0.04	0.98	ND	0.98	0.04	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	
ベトナム	Mean	0.06	0.17	0.07	ND	0.10	0.30	0.08	0.03	0.00	0.01	
	SD	0.06	0.09	0.07	0.11	0.11	0.26	0.08	0.01	0.00	0.02	
インド	Mean	0.05	0.81	0.33	0.81	0.05	0.04	0.04	0.03	0.63	0.08	
	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
ロシア	Mean	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
ノルウェー	Mean	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
デンマーク	Mean	0.026	0.08	0.045	0.162	0.032	0.032	0.034	0.000	0.358	0.000	
	SD	0.018	0.05	0.031	0.19	0.022	0.037	0.018	0.000	0.620	0.000	
イギリス	Mean	ND	0.23	ND	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	
	SD	0.090	0.25	0.10	ND	0.103	0.238	0.095	0.020	0.010	0.001	
チェコ	Mean	0.104	0.07	0.10	0.092	0.092	0.144	0.092	0.008	0.014	0.001	
	SD	0.056	0.22	0.069	0.03	0.062	0.102	0.076	0.012	0.000	0.006	
フランス	Mean	0.065	0.13	0.068	0.09	0.093	0.150	0.077	0.009	0.000	0.008	
	SD	0.023	0.18	0.017	0.41	0.026	0.018	0.024	0.003	0.217	0.000	
イタリア	Mean	0.008	0.05	0.007	0.42	0.007	0.016	0.008	0.007	0.233	0.000	
	SD	0.04	ND	0.69	ND	0.04	0.00	0.02	0.00	0.58	0.00	
ポーランド	Mean	0.04	ND	ND	ND	0.04	0.03	0.03	0.03	8.06	0.01	
	SD	0.04	ND	ND	ND	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.04	
メキシコ	Mean	0.047	0.18	0.09	ND	0.076	0.177	0.095	0.031	0.484	0.033	
	SD	0.027	0.12	0.06	0.040	0.040	0.077	0.056	0.017	0.656	0.038	
エジプト	Mean	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	SD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Total	Mean	0.034	0.18	0.039	0.206	0.046	0.082	0.044	0.014	0.288	0.011	
	SD	0.047	0.10	0.052	0.863	0.063	0.136	0.055	0.014	1.154	0.026	

表2 日本の家庭、レストラン及び市販の食用塩中の元素濃度

採取場所	NaCl* (mg/g)	Na (mg/g)	Mg (ug/g)	K (ug/g)	Fe (ug/g)	Ca (ug/g)	Zn (ug/g)	P (ug/g)	Li (ug/g)	Be (ug/g)	V (ug/g)	Cr (ug/g)
東京市販品 (天塩)	999	396	3551	201	—	206	0.2	—	0.42	—	0.55	ND
東京市販品 (天塩)	840	333	3582	189	ND	338	0.48	ND	0.46	0.38	0.62	—
東京市販品 (あらじお)	921	365	617	376	—	583	0.7	—	0.76	—	0.52	—
東京市販品 (ほんじお)	810	321	3115	50609	—	2377	ND	—	0.69	—	0.39	—
東京市販品 (エンリッチ塩)	968	384	39	511	—	3232	10.3	—	0.32	—	0.53	—
京都 レストラン	998	396	779	26	—	17	ND	—	0.21	0.04	0.40	0.02
徳島 レストラン	860	341	1000	18	ND	24	ND	—	0.32	—	0.48	—
日光 レストラン	902	358	229	221	—	77	ND	—	0.46	0.21	0.50	0.01
Total n=8	912	362	1614	6519	0.00	857	1.40	0	0.18	0.17	0.07	0.01
Mean	68	27	1479	16665	0.00	1158	3.37	0	0.18	0.17	0.07	0.01
SD												

採取場所	Mn (ug/g)	Co (ug/g)	Ni (ug/g)	Cu (ug/g)	Ga (ug/g)	Ge (ug/g)	Se (ug/g)	Rb (ug/g)	Sr (ug/g)	Zr (ug/g)	Mo (ug/g)	Pd (ug/g)
東京市販品 (天塩)	0.63	0.068	ND	0.53	0.197	0.13	0.06	ND	11.8	ND	0.1	ND
東京市販品 (天塩)	0.45	—	0.16	0.40	—	0.09	4.08	—	7.6	—	—	—
東京市販品 (ほんじお)	0.06	—	0.28	0.70	—	ND	2.85	—	45.5	—	—	—
東京市販品 (あらじお)	0.18	—	0.39	0.49	—	ND	2.15	—	12.5	—	—	—
東京市販品 (エンリッチ塩)	0.43	—	0.55	0.99	—	1.10	14.80	—	3.8	—	—	—
京都 レストラン	0.24	—	0.11	0.04	—	0.12	3.77	—	1.2	—	—	—
徳島 レストラン	2.16	ND	ND	ND	0.011	0.09	0.82	ND	1.5	0.13	0.0	0.24
日光 レストラン	0.23	—	0.10	ND	—	0.00	1.23	—	0.9	—	—	—
Total n=8	0.55	0.038	0.20	0.39	0.104	0.19	3.72	0.00	10.6	0.07	0.1	0.12
Mean	0.63	0.029	0.18	0.34	0.093	0.35	4.39	0.00	13.9	0.07	0.1	0.12
SD												

採取場所	Ag (ug/g)	In (ug/g)	Sn (ug/g)	Sb (ug/g)	Te (ug/g)	Cs (ug/g)	Pt (ug/g)	Tl (ug/g)	Pb (ug/g)	Bi (ug/g)	備考
東京市販品 (天塩)	0.10	ND	1.1	1.40	ND	ND	ND	ND	0.163	ND	* : Naの測定値から計算 て求めたNaCl含量 ND : Under Detection Limit — : 測定せず
東京市販品 (天塩)	—	—	3.5	—	—	—	—	—	—	—	
東京市販品 (ほんじお)	—	—	3.8	—	—	—	—	—	—	—	
東京市販品 (あらじお)	—	—	4.2	—	—	—	—	—	—	—	
東京市販品 (エンリッチ塩)	—	—	3.0	—	—	—	—	—	—	—	
京都 レストラン	—	—	4.0	—	—	—	—	—	—	—	
徳島 レストラン	0.03	ND	0.4	2.10	0.120	0.009	0.16	0.018	ND	0.028	
日光 レストラン	—	—	4.5	—	—	—	—	—	—	—	
Total n=8	0.07	0.005	3.1	1.75	0.060	0.005	0.08	0.009	0.082	0.014	
Mean	0.03	0.005	1.4	0.35	0.060	0.005	0.08	0.009	0.082	0.014	
SD											

表 3 飛行機の機内食に添付されている塩の中の元素濃度(その 1)

国名	n	NaCl* (mg/g)	Na (mg/g)	Mg (ug/g)	K (ug/g)	Fe (ug/g)	Ca (ug/g)	Zn (ug/g)	P (ug/g)	Li (ug/g)	Be (ug/g)	V (ug/g)	Cr (ug/g)	Mn (ug/g)	Co (ug/g)	Ni (ug/g)
日本	14	Mean	364	43.8	1428	2.08	158	0.06	46.8	1.01	0.68	0.4	0.27	0.91	0.03	0.11
		SD	79	96.4	4236	1.65	327	0.27	43.3	1.77	0.37	0.1	0.28	2.81	0.02	0.15
韓国	1		380	ND	111	ND	13	3.40	ND	0.90	ND	0.2	ND	0.08	ND	ND
台湾	1		356	166.1	106	1.85	941	ND	120.8	1.41	0.21	0.4	0.12	0.85	0.02	0.09
タイ	10	Mean	371	3.4	116	ND	25	23.51	19.61	2.56	0.78	0.5	0.19	0.64	0.05	1.31
		SD	59	8.9	289	ND	43	57.80	33.96	2.68	0.72	0.3	0.19	1.61	0.07	3.36
シンガポール	1		386	ND	11	ND	1	ND	ND	3.16	1.29	0.6	0.12	0.01	0.02	ND
	4	Mean	349	1.2	9	0.96	6	ND	ND	0.63	0.97	0.5	0.14	0.24	0.09	0.37
		SD	8	0.4	2	0.68	2	0.12	0.20	0.20	0.20	0.0	0.06	0.04	0.04	0.07
オーストラリア	2	Mean	370	108.4	31	20.07	146	ND	ND	0.46	0.48	0.4	0.21	3.02	0.01	ND
	4	Mean	361	8.50	97	1.00	644	0.05	ND	0.36	0.48	0.4	0.12	1.50	ND	0.28
		SD	21	7.57	44	0.00	628	0.09	ND	0.11	0.00	0.1	0.00	1.79	ND	0.22
デンマーク	2	Mean	358	ND	32	1.95	7	ND	ND	0.41	0.60	0.5	0.08	0.11	0.01	0.19
	1		386	2.0	178	ND	22	ND	ND	0.21	ND	0.5	ND	0.04	ND	0.06
オランダ	1		363	3.0	574	0.99	194	ND	32.6	1.79	0.39	0.5	2.09	0.19	ND	ND
	1		357	1.0	10	ND	13	ND	ND	0.35	0.40	0.5	0.08	0.13	0.03	0.14
イギリス	1		363	ND	273	ND	7	ND	ND	0.38	0.43	0.4	0.02	0.18	ND	ND
チェコ	1		363	ND	273	ND	7	ND	ND	0.38	0.43	0.4	0.02	0.18	ND	ND
ベルギー	1		354	3.6	591	ND	152	ND	188.6	0.97	0.69	0.6	0.20	0.41	0.11	ND
フランス	1		378	ND	12	ND	7	ND	ND	0.19	0.43	0.4	0.08	0.16	0.01	0.13
スイス	1		350	12.0	57	ND	420	ND	108.0	0.79	0.67	0.8	0.34	1.01	0.16	ND
	1		356	ND	34	0.97	9	ND	ND	0.45	0.33	0.6	0.10	1.19	0.07	ND
スウェーデン	1		378	1.9	398	1.94	24	ND	112.4	2.90	0.62	0.6	0.13	0.15	0.03	ND
イタリア	2	Mean	378	1.9	398	1.94	24	ND	112.4	2.90	0.62	0.6	0.13	0.15	0.03	ND
		SD	48	20.7	195	0.80	285	0.20	106.2	0.52	0.55	0.5	0.10	0.93	0.03	0.13
アメリカ	11	Mean	347	12.2	115	1.13	423	ND	106.2	0.52	0.55	0.5	0.10	0.93	0.03	0.13
		SD	19	20.7	195	0.80	285	0.20	106.2	0.52	0.55	0.5	0.10	0.93	0.03	0.13
アジア	2	Mean	393	11.0	168	—	29	0.80	—	0.19	—	0.6	—	0.03	—	0.25
		SD	96	371	16	1.85	14	ND	ND	0.28	0.22	0.5	0.08	0.25	0.02	0.12
777* 普長国連利	1	Mean	360	41.4	372	1.74	202	2.41	50.6	0.99	0.62	0.5	0.18	0.80	0.05	0.40
		SD	57	146.8	1888	5.05	335	19.39	89.8	1.48	0.38	0.2	0.29	1.85	0.06	1.64
Total	63	Mean	360	41.4	372	1.74	202	2.41	50.6	0.99	0.62	0.5	0.18	0.80	0.05	0.40
		SD	57	146.8	1888	5.05	335	19.39	89.8	1.48	0.38	0.2	0.29	1.85	0.06	1.64

表 3 飛行機の内食に添付されている塩の中の元素濃度(その2)

国名	n	Cu (ug/g)	Ga (ug/g)	Ge (ug/g)	Se (ug/g)	Rb (ug/g)	Sr (ug/g)	Zr (ug/g)	Mo (ug/g)	Pd (ug/g)	Ag (ug/g)	In (ug/g)	Sn (ug/g)	Sb (ug/g)	Te (ug/g)	Cs (ug/g)
日本	Mean	0.200	0.053	0.099	1.52	0.041	2.94	0.19	0.074	0.18	0.057	0.024	4.12	1.44	1.82	0.02
	SD	0.263	0.040	0.082	1.89	0.041	7.62	0.23	0.078	0.08	0.042	0.020	3.36	0.76	4.12	0.03
韓国	1	ND	ND	0.534	11.27	ND	0.38	ND	ND	ND	ND	ND	4.75	ND	ND	ND
台湾	1	Mean	1.158	0.088	0.093	0.296	19.07	0.81	0.175	0.29	0.058	0.013	0.36	1.92	0.03	0.02
タイ	Mean	1.199	0.074	1.426	20.33	0.086	0.50	0.62	0.121	0.51	0.135	0.051	9.85	1.01	5.50	0.07
	SD	2.595	0.080	4.080	58.46	0.074	0.60	1.05	0.116	0.30	0.132	0.054	9.33	1.06	6.61	0.07
シンガポール	1	Mean	0.505	0.098	ND	0.56	0.35	ND	ND	0.48	0.044	0.020	ND	0.04	18.10	ND
インド	Mean	0.711	0.117	0.175	1.24	0.093	0.41	0.29	0.215	0.30	0.07	0.04	5.47	1.09	0.27	0.04
	SD	0.162	0.067	0.059	0.47	0.037	0.09	0.17	0.067	0.18	0.04	0.02	1.64	0.30	0.04	0.03
オーストラリア	2	Mean	ND	0.111	0.107	0.61	2.96	ND	ND	0.15	0.047	ND	1.57	1.25	0.07	ND
ロシア	Mean	0.067	0.079	0.071	1.45	ND	1.98	ND	0.108	0.19	0.026	0.03	4.34	2.27	0.14	0.03
	SD	0.077	0.000	0.071	0.96	ND	1.40	ND	0.000	0.00	0.000	0.00	2.86	0.00	0.00	0.00
デンマーク	2	Mean	0.383	0.076	0.016	0.082	0.26	0.69	0.341	0.24	0.091	0.018	4.98	2.03	0.16	ND
オランダ	1	Mean	0.045	ND	18.86	ND	0.33	ND	ND	ND	ND	ND	4.12	ND	ND	ND
ドイツ	1	Mean	ND	0.011	0.058	0.65	0.53	ND	0.080	0.16	0.033	0.013	0.20	1.61	0.08	0.09
イギリス	1	Mean	0.237	0.045	0.102	0.00	0.63	0.98	0.074	0.08	ND	ND	0.43	2.03	0.10	0.01
チェコ	1	Mean	ND	0.040	0.013	0.34	ND	0.65	0.031	0.09	0.049	ND	ND	1.34	0.03	0.02
ベルギー	1	Mean	ND	0.181	3.036	0.54	0.402	2.37	0.220	0.57	0.226	0.144	0.26	2.84	0.20	0.23
フランス	1	Mean	0.194	0.064	0.164	0.61	0.62	0.06	0.065	0.21	0.032	0.168	0.24	1.64	0.04	0.02
スイス	1	Mean	ND	0.261	0.182	0.80	7.46	1.11	0.468	0.75	0.260	0.168	0.47	2.77	0.22	0.16
スウェーデン	1	Mean	ND	0.085	0.161	0.56	ND	0.98	0.118	0.18	0.036	0.058	0.46	2.53	0.13	0.06
イタリア	2	Mean	0.289	0.035	0.047	0.34	0.070	ND	0.047	0.09	0.050	0.026	0.23	1.36	11.27	0.06
アメリカ	Mean	0.307	0.078	0.087	0.62	0.035	4.09	0.46	0.179	0.19	0.061	0.028	2.15	1.69	0.10	0.03
	SD	0.676	0.057	0.057	0.21	0.052	2.89	0.84	0.197	0.14	0.038	0.037	5.72	0.59	0.07	0.03
エジプト	2	Mean	0.200	—	0.147	3.08	0.33	—	—	—	—	—	5.06	—	—	—
77ヶ国連邦	Mean	0.433	0.079	0.316	3.91	0.075	2.40	0.54	0.149	0.28	0.077	0.035	3.61	1.59	1.66	0.04
	SD	1.083	0.062	1.569	22.15	0.090	4.40	0.86	0.146	0.23	0.075	0.042	4.97	0.77	4.74	0.05

表 3 飛行機の機内食に添付されている塩の中の元素濃度(その 3)

国名	n	Pt (ug/g)	Tl (ug/g)	Pb (ug/g)	Bi (ug/g)	Th (ug/g)	U (ug/g)	Y (ug/g)	La (ug/g)	Ce (ug/g)	Nd (ug/g)	Gd (ug/g)
日本	Mean	0.287	0.030	0.16	0.04	0.05	0.03	0.014	0.022	ND	ND	0.015
	SD	0.147	0.024	0.26	0.03	0.05	0.02	0.015	0.023	ND	ND	0.019
韓国	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
台湾	1	0.009	0.013	0.12	0.05	0.01	0.04	ND	ND	ND	ND	ND
タイ	Mean	0.368	0.052	0.34	0.08	0.08	0.05	0.01	0.033	ND	ND	0.037
	SC	0.158	0.065	0.41	0.08	0.10	0.05	0.01	0.057	ND	ND	0.031
シンガポール	1	0.766	ND	ND	0.05	0.03	0.03	ND	ND	ND	ND	ND
インド	4	0.591	0.065	0.14	0.05	0.08	0.08	ND	0.16	ND	ND	ND
	SD	0.086	0.030	0.09	0.01	0.05	0.09		0.03			
オーストラリア	2	0.190	0.010	ND	0.02	0.04	0.02	0.036	0.018	0.10	0.11	0.054
ロシア	Mean	0.283	0.036	0.00	0.05	0.04	0.04	ND	0.08	ND	ND	ND
	SD	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00			
デンマーク	2	0.347	0.030	0.13	0.03	0.04	0.02	ND	0.080	ND	ND	ND
オランダ	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ドイツ	1	0.231	0.017	ND	0.01	0.01	ND	0.033	ND	0.01	ND	0.057
イギリス	1	0.418	0.025	ND	0.03	0.04	0.02	0.020	ND	ND	ND	0.041
チェコ	1	0.213	0.017	ND	0.02	0.01	0.01	ND	ND	ND	0.01	0.031
ベルギー	1	0.328	0.164	ND	0.21	0.36	0.17	0.017	ND	0.01	ND	0.042
フランス	1	0.116	0.011	ND	0.03	0.02	0.02	0.010	ND	0.01	0.01	0.035
スイス	1	0.293	0.149	8.01	0.19	0.40	0.18	0.041	0.118	0.04	ND	ND
スウェーデン	1	0.166	0.068	ND	0.08	0.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
イタリア	2	0.128	0.036	ND	0.05	0.05	0.04	0.026	0.627	ND	ND	ND
アメリカ	Mean	0.215	0.036	0.08	0.04	0.08	0.04	0.021	0.501	0.02	0.02	0.029
	SD	0.081	0.032	0.18	0.06	0.13	0.05	0.010	1.079	0.02	0.02	0.024
エジプト	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
777*首長国連邦	1	0.160	0.027	0.05	0.03	0.02	0.02	0.011	ND	ND	ND	0.034
Total	Mean	0.286	0.040	0.31	0.06	0.08	0.05	0.016	0.307	0.014	0.012	0.020
	SD	0.179	0.044	1.06	0.06	0.11	0.05	0.013	1.120	0.025	0.023	0.024

Sc, Pr, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Erは
測定した全ての試料で
検出限界以下。

ND : Under Detection Limit

— : 測定せず

表4 岩塩、お清め、その他非食用の塩の中の元素濃度

種類	n	NaCl* (mg/g)	Na (mg/g)	Mg (ug/g)	K (ug/g)	Fe (ug/g)	Ca (ug/g)	Zn (ug/g)	P (ug/g)	Li (ug/g)	Be (ug/g)	V (ug/g)	Cr (ug/g)
岩塩	Mean	903	358	74	194	45.1	18648	1.46	43.4	1.02	0.51	0.74	0.32
	SD	35	14	107	153	57.8	23288	1.08	28.1	0.72	0.08	0.35	0.31
お清めの塩	Mean	920	365	136	967	0.5	119	2.77	55.0	0.91	0.87	0.55	0.44
	SD	39	15	219	1712	0.5	115	4.02	55.0	0.98	0.69	0.07	0.40
その他	Mean	841	333	2992	33326	14.7	1018	0.10	58.4	1.56	0.82	0.50	0.13
	SD	194	77	6562	74188	14.7	1050	0.17	58.4	1.72	0.25	0.14	0.07
Total	Mean	353	890	1074	11681	26.4	4536	1.63	50.1	1.15	0.73	0.58	0.30
	SD	48	121	4027	45524	45.8	13340	2.92	45.3	1.27	0.45	0.21	0.32

種類	n	Mn (ug/g)	Co (ug/g)	Ni (ug/g)	Cu (ug/g)	Ga (ug/g)	Ge (ug/g)	Se (ug/g)	Rb (ug/g)	Sr (ug/g)	Zr (ug/g)	Mo (ug/g)	Pd (ug/g)
岩塩	Mean	5.83	0.153	1.00	0.34	0.106	0.083	0.64	0.282	114.5	0.25	0.24	0.30
	SD	5.02	0.078	0.91	0.44	0.083	0.060	0.29	0.326	101.2	0.26	0.06	0.17
お清めの塩	Mean	0.08	0.017	0.15	0.47	0.035	0.038	1.57	0.081	1.2	0.03	0.05	0.48
	SD	0.10	0.012	0.16	0.33	0.033	0.042	1.34	0.062	0.5	0.05	0.06	0.36
その他	Mean	25.67	0.024	0.12	0.35	0.038	0.146	1.41	4.286	22.0	0.01	0.01	0.36
	SD	56.11	0.006	0.14	0.32	0.025	0.199	1.27	7.200	33.7	0.02	0.01	0.12
Total	Mean	9.89	0.065	0.33	0.40	0.059	0.084	1.31	1.550	33.3	0.10	0.10	0.38
	SD	34.41	0.077	0.58	0.36	0.063	0.130	1.22	4.590	68.0	0.19	0.11	0.25

種類	n	Ag (ug/g)	In (ug/g)	Sn (ug/g)	Sb (ug/g)	Te (ug/g)	Cs (ug/g)	Pt (ug/g)	Tl (ug/g)	Pb (ug/g)	Bi (ug/g)	Th (ug/g)	U (ug/g)
岩塩	Mean	0.026	0.016	0.517	1.61	0.09	0.054	0.189	0.03	0.17	0.023	0.025	0.027
	SD	0.032	0.011	0.261	0.34	0.04	0.059	0.133	0.04	0.29	0.015	0.018	0.015
お清めの塩	Mean	0.095	0.013	3.467	0.71	5.73	0.024	0.295	0.05	1.48	0.057	0.018	0.041
	SD	0.084	0.010	1.819	0.67	7.62	0.014	0.111	0.03	2.21	0.050	0.020	0.049
その他	Mean	0.024	0.017	2.641	23.78	1.71	0.072	0.339	0.03	0.52	0.047	0.021	0.032
	SD	0.021	0.007	1.643	40.49	1.97	0.066	0.186	0.04	0.51	0.030	0.009	0.010
Total	Mean	0.048	0.015	2.368	8.70	2.51	0.051	0.274	0.04	0.72	0.042	0.021	0.033
	SD	0.063	0.010	1.930	25.70	5.12	0.057	0.160	0.04	1.43	0.037	0.016	0.031

種類	n	Y (ug/g)	La (ug/g)	Ce (ug/g)	Nd (ug/g)	Gd (ug/g)	備考
岩塩	Mean	0.12	0.90	0.44	0.144	0.012	* : Naの測定値から計算で求めたNaCl含量 ND : Under Detection Limit — : 測定せず
	SD	0.14	0.97	0.64	0.249	0.021	
お清めの塩	Mean	0.02	0.13	ND	ND	0.025	
	SD	0.00	0.13			0.025	
その他	Mean	0.01	0.22	ND	0.002	0.023	
	SD	0.01	0.13		0.002	0.023	
Total	Mean	0.07	0.54	0.22	0.072	0.018	
	SD	0.12	0.78	0.50	0.190	0.024	

CHARACTERISTICS OF ELEMENTS IN SALT -THEIR EFFECTS ON HUMAN HEALTH-

Momoko CHIBA, Atsuko SHINOHARA, and Hiromi WATANABE
Department of Epidemiology and Environmental Health,
Juntendo University School of Medicine, Tokyo 113

Yasuhiro KOMATSU
Chiba Children's Hospital, Chiba 226

It is considered that element composition in salt is different from place to place, and it contributes the characteristics of salt. The salt, which we intake everyday, may have the effects on human health. We analyzed concentrations of 53 elements in 171 salt samples. These samples were collected from 29 countries including Japan. Ninety (Group A) of them were edible use at homes, restaurants, or selling stuff at general markets, 63 (Group B) were put in meals provided in aircraft, 4 (Group C) were rock salt samples, and 8 (Group D) inedibles were used at Japanese funeral custom, and 6 (Group E) inedibles for body massage and unknown purposes. Elements, as many sorts as possible, were determined by the techniques of atomic absorption spectrometry, microwave induced plasma mass spectrometry, and colorimetric method. NaCl concentrations were calculated from Na concentrations determined. As the results, we found the followings;

1. NaCl concentrations were relatively high in all samples. The mean values of NaCl were 90.8, 90.9, 90.3, 92.0, and 84.1% in Groups A to E, respectively. The minimum value in Group A was 77.4%, and that in Group B was 69.2%.
2. The analytical data of Mg concentrations in edible samples were interesting; Mg contents in samples using in European countries such as UK, Norway, Poland, The Netherlands, Germany, and Russia and USA were very low, and those using in Asian countries such as Japan, Singapore, India, Thailand, Laos and Vietnam were very high, and the ratio was more than 100.
3. Ca concentrations were high in Group C. Al, Fe, Ni, and Sr concentrations were also high in Group C.
4. Sn, Pb, and Sb concentrations were high in Group D in comparison with those in the other Groups.
5. Mn, Rb, and Sb concentrations were high in Group E.
6. The samples which contained high Mg concentrations showed high K concentrations, and samples which contained high P showed high Al concentrations.
7. When the origin of the salt or the purpose of the salt are assumed, Mg, K, Ca, P, Al, and other trace elements in the samples, may be the useful indicator.

So far our research work on this project was analyzing many samples, and we obtained tremendous data, which have not been published in the world. We will continue this work in order to observe the relationship between human health and elements in salt.