

# 海洋深層水のミネラル供給源としての利用

## Application of Minerals in Deep Seawater

中川 光司<sup>1</sup>・横山 嘉人<sup>1</sup>・中島 宏<sup>1</sup>・池上 良成<sup>1</sup>

Koji NAKAGAWA, Yoshindo YOKOYAMA, Hiroshi NAKAJIMA, and Yoshinari IKEGAMI

### Abstract

Recently, mineral nutrients have attracted attention in accordance with a rise of the consciousness of health from the standpoint of preventive medicine. The 6 th recommended daily allowance was worked out, and 10 kinds of elements including magnesium, zinc, copper, manganese, iodine, selenium were additionally determined as mineral nutrients besides iron and calcium. We attempted to apply deep sea water to high mineral content drinks and foods.

**Key Words:** Deep sea water, desalination, magnesium, trace elements, drinks

### 1. はじめに

近年、健康増進、生活習慣病予防など予防医学的見地から、また健康意識の高まりとも相まって栄養、中でも健康志向の食品が大きく関心を集めている。国民栄養調査から、日本人のカルシウムの摂取不足が大きく取り上げられるとともに高齢者の増加と医療機器の進歩から骨粗鬆症患者が数多く報告されている<sup>1)</sup>。特にカルシウム、マグネシウムをはじめとするミネラルが注目を集めている。また、食生活の欧米化に伴い、魚介類、海藻類、野菜等の摂取量が減少し<sup>2)</sup>、循環器疾患の増加が問題となっている<sup>3)</sup>。

このように、栄養への関心の高まりのなかで、ミネラル栄養の重要性がクローズアップされてきている。ミネラル栄養素として、従来まではカルシウムと鉄のみに栄養所要量が定められていたが、今回の日本人の第6次改訂栄養所要量では、摂取が不足しがちであることが明らかにされてきているマグネシウム、亜鉛、銅、マンガン、ヨウ素、セレン、などの微量元素を含む12種類のミネラルに、栄養摂取基準が定められるところとなった (Fig.-1)。

我々はミネラルと保健栄養との密接な関係に注目

し、優れたミネラル補給源としての海洋深層水を利用することを考えた。

### 2. ミネラル源としての海洋深層水

ミネラルを何からどのように摂取するかは非常に重要である。単一栄養素を補給するためのサプリメントが一般に市販されているが、その大部分が固体である。単位重量当たりの特定栄養素含量が比較的多く、少量で必要量を補給できることが特徴である。

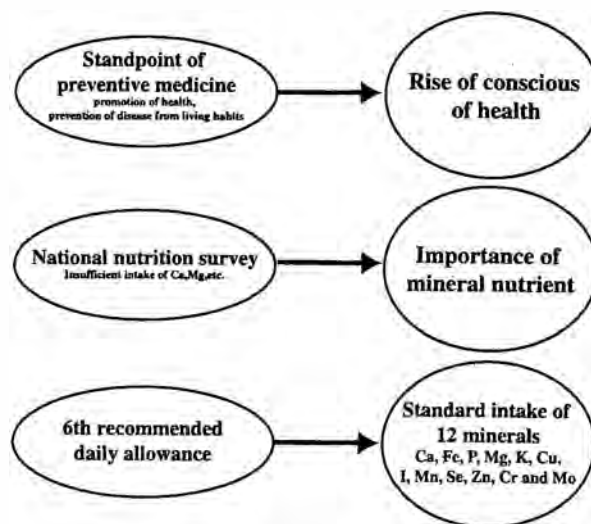


Fig.-1 Present situation of mineral

<sup>1</sup>赤穂化成株式会社 (〒678-0193 兵庫県赤穂市坂越329番地)

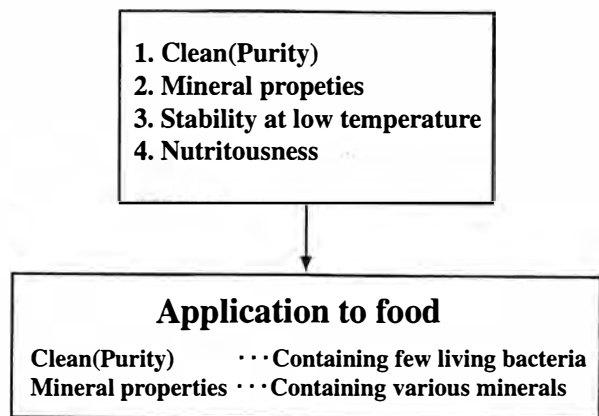


Fig.-2 Properties of deep sea water

しかしながら消化吸収のためには、ミネラルはいったん固体から液体の状態となる必要があり、溶液にならなかったミネラルは利用されないまま体外に排泄される、またこうした摂取方法では、微量元素などの過剰蓄積につながる過剰摂取が懸念されている。

このような中において、海洋深層水はミネラル供給の観点から、人の体液とほぼ同じミネラル比で<sup>4)</sup>かつ、微生物的にも清浄で、飲料用原水の規格に合致しているなど優れた特性をもつことが明らかになっている。その他、海洋深層水には、低温安定性、富栄養性などの食品として優れた利点（Fig.-2）があり、この点に注目して、海洋深層水の飲料や食品への応用が試みられている。

### 3. 海洋深層水からミネラル飲料の開発

目的とする高ミネラル含有飲料を製造するにあたり、高知県室戸市沖で採水、分与された海洋深層水を原料として用いた。海洋深層水を2回逆浸透膜装置を通過させ、淡水と濃縮液を得た。その後、濃

Table-1 Composition of deep sea water and product of this firm, Amami no mizu, Ratio of Mg content in deep sea water to Mg content in Amami no Mizu was taken as 1.

| Element         | Concentration (mg/kg) |                                | Ratio |
|-----------------|-----------------------|--------------------------------|-------|
|                 | Deep sea water        | Amami no Mizu<br>Hardness 1000 |       |
| Na              | 10,800                | 70                             | 0.04  |
| K               | 414                   | 72                             | 1.1   |
| Mg              | 1,300                 | 200                            | 1     |
| Ca              | 456                   | 68                             | 0.95  |
| Cl              | 22,370                | 700                            | 0.2   |
| SO <sub>4</sub> | 2,833                 | 500                            | 1.1   |

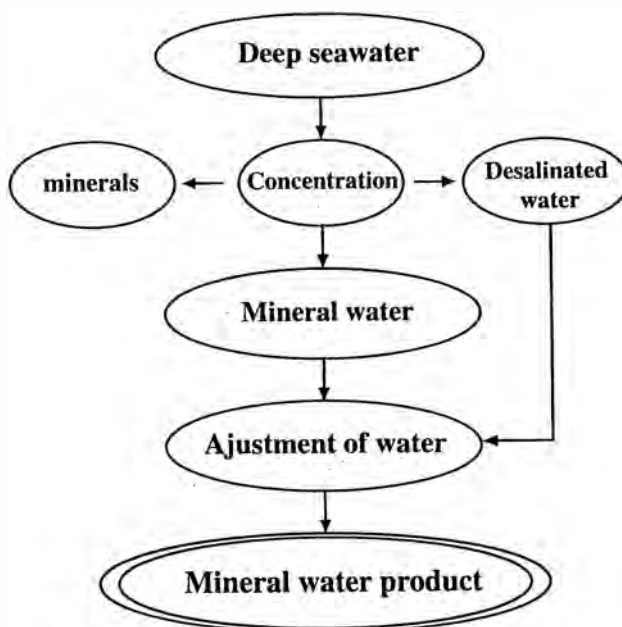


Fig.-3 Manufacturing process of mineral water product

縮液を加熱濃縮装置で脱塩し、得られた濃縮ミネラルを淡水と合わせて、健康飲料「天海の水」を調製した（Fig.-3）。

Table-1 には、原料となる室戸沖より取水された海洋深層水の主要ミネラル成分の値と、上述の方法により選択的に塩分（主として塩化ナトリウム、塩化カリウム等）を除去して製造された「天海の水」の主要ミネラル組成を比較して掲げた。

また、Table-2 には、他社より市販されているいわゆるミネラルウォーターとの成分比較を示した。「天海の水」の特徴は、(1)塩化ナトリウム、塩化カリウムなどの一価の塩が除かれていること、(2)従来品と比較するとカルシウムに対してマグネシウムが豊富になるよう調製されている点、(3)前述(2)の組成は、木村らの研究<sup>5)</sup>ならびに当社において蓄積されているラットを用いたミネラルとくにマグネ

Table-2 Comparison of mineral content between the desalted deep sea water “Amami no Mizu” with other major mineral water products (mg/kg)

|    | Amami no<br>Mizu<br>Hardness 1000 | product<br>A | product<br>B | product<br>C | product<br>D |
|----|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Mg | 200                               | 20           | 6            | 6            | 5            |
| Ca | 71                                | 91           | 24           | 10           | 29           |
| Na | 74                                | 7            | 18           | 9            | 5            |
| K  | 138                               | 2            | 0.3          | 6            | 1            |

シウム、カルシウムに関する知見をもとに処方した点である。

この工程では、長年にわたって蓄積した塩製造のノウハウが生かされた。本製造工程によって、塩化ナトリウムが選択的に除去され、その結果、脳血管疾患や心疾患が懸念される<sup>6)</sup>塩化ナトリウムを、通常の食品のレベルあるいはそれ以下に抑えた高ミネラル含有飲料を調製することに成功した。

#### 4. 高ミネラル飲料の利点

我々人間の体の中には様々な元素が存在し、その量によって、多量元素、少量元素、微量元素、超微量元素として分類される。これらミネラルの必須性は多くの研究者によって示されており、ミネラル欠乏によって様々な健康障害が起こることがよく知られている<sup>7)</sup>。体外から入ったミネラルが有効に働くためには、まず体液および血液に溶解する必要がある。ミネラルの吸収は粘膜上皮細胞で行われ<sup>8)</sup>、粘膜にはミネラルに対する受容体タンパクが存在し、この受容体に結合することによって細胞内に取り込まれ血液から各臓器に運搬される。これら細胞内に取り込まれたミネラルは、機能性結合物質と呼ばれる酵素（タンパク質）やビタミン等との化学反応、体液浸透圧の維持など、様々な生理学的作用を示す<sup>7, 9)</sup>。

「天海の水」には、塩化ナトリウム以外のミネラルはほとんどが保存され、これまでの市販のミネラルウォーターとは異なり、マグネシウムを主成分とし、さらに超微量元素を含む多くのミネラルを成分となっている。特に必須ミネラルとして注目度の高い亜鉛などを含んでいるのが特徴である。これらミネラルは食品、飲料用としては固体無機塩の形では現行法規の下では用いることが不可能であるが、我々が今回開発したミネラルウォーター中には、豊富なミネラルが天然海水と同様に含まれているからである。

Table-3 は野崎によってまとめられた海水中の元素組成である。今後、引き続きセレンなど微量ミネラルにも注目した処方、ならびに栄養学的な効用について検討していきたい。

Table-3 Average concentration of elements in sea water

| Element | Average concentration (ng/kg) | Element | Average concentration (ng/kg) |
|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|
| Cl      | 19,350,000,000                | Re      | 7.8                           |
| Na      | 10,780,000,000                | He      | 7.6                           |
| Mg      | 1,280,000,000                 | Ti      | 6.5                           |
| S       | 898,000,000                   | La      | 5.6                           |
| Ca      | 412,000,000                   | Ge      | 5.5                           |
| K       | 399,000,000                   | Nb      | <5                            |
| Br      | 67,000,000                    | Hf      | 3.4                           |
| C       | 27,000,000                    | Nd      | 3.3                           |
| N       | 8,720,000                     | Pb      | 2.7                           |
| Sr      | 7,800,000                     | Ta      | <2.5                          |
| B       | 4,500,000                     | Ag      | 2.0                           |
| O       | 2,800,000                     | Co      | 1.2                           |
| Si      | 2,800,000                     | Ga      | 1.2                           |
| F       | 1,300,000                     | Er      | 1.2                           |
| Ar      | 620,000                       | Yb      | 1.2                           |
| Li      | 180,000                       | Dy      | 1.1                           |
| Rb      | 120,000                       | Gd      | 0.9                           |
| P       | 62,000                        | Pr      | 0.7                           |
| I       | 58,000                        | Ce      | 0.7                           |
| Ba      | 15,000                        | Sc      | 0.7                           |
| Mo      | 10,000                        | Sm      | 0.57                          |
| U       | 3,200                         | Sn      | 0.5                           |
| V       | 2,000                         | Ho      | 0.36                          |
| As      | 1,200                         | Lu      | 0.23                          |
| Ni      | 480                           | Be      | 0.21                          |
| Zn      | 350                           | Tm      | 0.2                           |
| Kr      | 310                           | Eu      | 0.17                          |
| Cs      | 306                           | Tb      | 0.17                          |
| Cr      | 212                           | Hg      | 0.14                          |
| Sb      | 200                           | Rh      | 0.08                          |
| Ne      | 160                           | Te      | 0.07                          |
| Se      | 155                           | Pd      | 0.06                          |
| Cu      | 150                           | Pt      | 0.05                          |
| Cd      | 70                            | Bi      | 0.03                          |
| Xe      | 66                            | Au      | 0.02                          |
| Fe      | 30                            | Th      | 0.02                          |
| Al      | 30                            | In      | 0.01                          |
| Mn      | 20                            | Ru      | <0.005                        |
| Y       | 17                            | Os      | 0.002                         |
| Zr      | 15                            | Ir      | 0.00013                       |
| Ti      | 13                            |         |                               |
| W       | 10                            |         |                               |

Yoshiyuki N.: Updated (1996 version) table of the elements in seawater and its remarks. Bull. Soc. Sea Water Sci. Jpn., Vol. 51 No.5, 1997

一方、安全性についてみると、各成分元素は Table-1, 2 に示したとおりであり、NOAEL<sup>10)</sup> および第 6 次改訂栄養所要量に照らすと、現実には多量に飲用したとしても摂取許容上限量を上回る可能性はかなり低い。農林水産省において、海水希釈液の安全性はマウスへの反復投与によって確認されており 11)、また自社におけるラットを用いた「天海の水」の 3 ヶ月間反復投与試験により、本飲料の安全性が確認されている。

従って本報のミネラルウォーターは、極めて安全

に各種ミネラル補給を助け、さらに種々の生理効果も期待できる飲料であると考えられる。今後引き続き検討し、明らかにしていきたい。

**謝辞：**本製品の開発に多大なご協力をいただいた高知県海洋深層水研究所，高知県深層水対策室，ご指導いただいた先生方，ならびに関係者の方々に深謝致します。

#### 参考文献

- 1) 井上哲朗：治療学, 10(2), 191, 1983
- 2) 平成6年版国民栄養の現状初版, 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修, 38, 1994, 第一出版
- 3) 栄養健康ハンドブック第4版, 藤沢良知, 66-67, 1990, 同文書院
- 4) J.L. Camble: Chemical anatomy physiology and extracellular fluid 6th ed. Harvard University Press, Cambridge, Mass, 1954
- 5) M. Kimura, I. Kimura, K. Nagai, T. Yasunaga, M. Morikawa, S. Natsuyama and Y. Itokawa: Estimation of magnesium intake of Japanese, JJSMgR, Vol.3.No.1, 1-5, 1984
- 6) M. Muntzel, T. Drueke: A comprehensive review of the salt and blood pressure relationship, Am. J. Hypertens, Apr 5 (4 Pt 1): 1S-42S, 1992
- 7) 田中英彦, 桜井宏：生体微量元素, 初版, 1994, 廣川出版
- 8) 本田真樹：ミネラルの機能と開発動向, Food Style 21, Vol. 2 No. 9, 53-59, 1998
- 9) M.E.シルス:最新栄養学, 第6版, 木村修一, 小林修平 翻訳監修, 32(5), 1991, 建帛社
- 10) N. John：ビタミンとミネラルの安全性, 細谷憲政 翻訳監修, 1997, 健康産業新聞社
- 11) 伊藤美保, 鈴木平光：深層水利用食品の機能性と安全性, 食の化学, 258, 40-46, 1999

(2000. 2. 29受付)