

# ヒトの健康に対する海洋深層水の研究開発

## Research and Development of Deep Seawater for Human Health

山田勝久<sup>1,2</sup>

Katsuhisa YAMADA

### 1. はじめに

この度は歴史ある海洋深層水利用学会の学会賞を頂きまして深く感謝申し上げます。また海洋深層水利用学会に属する一研究者として、さらに海洋深層水（以後、DSW）の研究開発に精進して参りたいと存じます。またこの度の受賞にあたり、本学会の会員の皆様ならびに海洋深層水の利用について共同研究をさせて頂いております東京海洋大学の皆様、そして毎日一緒にDSWの研究開発に取り組んでいる株式会社ディーエイチシーの海洋深層水研究所の皆様方に改めて厚くお礼を申し上げます。振り返りますと、本学会に初めて参加させて頂いたのは2008年の東京大会だったと思います。本大会で見聞した種々のDSWの利用研究に啓発されて、私たちも本格的にその利用研究について考えることになりました。また当時、本学会ではDSWをエネルギーや水産資源として捉えられた研究が多いなか、ヒトの健康分野に関する研究が数少なかったため、私たちの生業でもありますこの分野に向けたDSWの利用研究に舵を切ることにしました。DSWをヒトの健康分野への応用するにあたっては、まず食品分野への利用が考えられます。この機会に、その研究現状と将来展望について少しだけ触れさせていただきます。

### 2. DSWの摂取意義と利用分野

私が所属する株式会社ディーエイチシーは、2007年に静岡県伊東市の赤沢沖からDSWの取水事業を

開始しました。したがってDSWの利用研究分野では後発の新参者になります。例えば飲料水への利用についても、私たちが研究開発に着手した時点ですでに数多くのDSW由来飲料水が販売されていました。インターネットや量販店には、DSW由来の商品が並び、「〇〇の海洋深層水100%！」や「硬度〇〇！」の文言が勢いよく眼に飛び込んできます。こうした状況の下、「伊豆赤沢DSW100%の飲料水の商品化」という民間企業としては必然とは言えるものの、当時の私たちの肩には計り知れない大きな使命がのしかかってきました。ちょうどその頃、京都大学で開かれたある学会で微量栄養学分野の著名な先生にお会いする機会がありました。私たちがDSW由来の飲料水開発に取り組んでいる旨を申し上げると、その先生は「それは水らしい水ですか？」と尋ねられました。私が即答に窮していると、先生は笑顔を残して去って行かれました。その後私は東京に戻り、「水らしい水？」という命題に対する回答を求めて研究に着手することになりました。

水は思想哲学分野でも観察対象となっており、中国の古典「老子」の中でも、「上善如水」という観念はよく知られています。その所以は「水は万物を助け、育てて自己を主張せず、だれもが嫌うような低い方へと流れて、そこに納まる」とあります。つまり「水らしい水」とは、「水が持つ本来の性質が素直に表現された水」と捉えることができます。以後、私たちは「人にとって」という接頭語をつけて、「人にとって水らしい水」の研究に没頭することになりました。来る日も来る日も実験が続きましたが、そ

<sup>1</sup> 株式会社ディーエイチシー（〒106-0047 東京都港区南麻布2-8-21 南麻布MICビル7F）

<sup>2</sup> 国立大学法人東京海洋大学大学院（〒108-8477 東京都港区港南4-5-7）

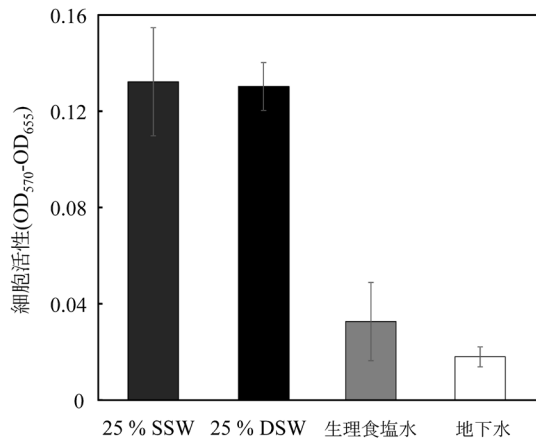


図1 DSWがヒト由来線維芽細胞の活性与える影響

の努力はやがて、「海のリネラル、おいしさ、めぐり、ひろがる、しみわたる」がキャッチフレーズとなる現在の商品の開発につながりました。また本学会の論文誌である「海洋深層水研究」に報告したDSWのコラーゲン合成促進効果(野村ら, 2011)は、DSWがビタミンCを均一に溶解して身体の隅々まで届ける「水らしい水」であることを表面海水(以後、SSW)との比較を通して示唆したものです。

さて、太陽系の中でも水の惑星と称される「地球」に存在する水は、研究室で汎用される純水としてのH<sub>2</sub>Oではなく何らかの物質が溶け込んでいます。ご承知のとおり地球上の水には海水と陸水があり、この両者の間にはミネラル組成に大きな違いがあります。それではそのどちらの水が、より「人にとって水らしい水」なのでしょう？その答えを私たちは、ヒトの細胞に尋ねてみることにしました。細胞から得られた回答を図1に示します。この図からもわかるように、ヒトの身体を構成する最小単位である細胞は陸水よりも海水のミネラル組成を好みました。これは地球上で最初の生命が「海」に誕生したことと深く関係していると思われます。一般に海水と陸水のミネラル組成の違いは、Ca/Mg含有比(以後、Ca/Mg比)に顕著に現れています。海水はMg>Caの状態にあり、陸水はこれが逆転してMg<Caの状態になっています。この水に含まれるCa/Mg比の相違は、私たちにまた新しい研究テーマを提供してくれました。

健康なヒトの血漿中のCa含有量は2~3 mMです。一方のMg含有量は0.7~1.0 mMであり、Ca/Mg=2.0~

4.3となります。このCa/Mg比とヒトの健康に関する研究については、Karppanen *et al.* (1978) の報告が有名です。彼らは食餌から摂取されるCa/Mg比の増加と虚血性心疾患による死亡リスクの上昇が相関していることを世界的規模の疫学的研究により明らかにしました。これに続いてRylander *et al.* (1991) やKousa *et al.* (2006) は、飲料水中のCa/Mg比が心筋梗塞による死亡率と相関することを報告しています。そこで私たちは再び、ヒトの身体を構成する最小単位である細胞に着目しました。培地中のCa/Mg比を人為的に操作してヒトの正常線維芽細胞を培養した結果、若い細胞では培地中のCa/Mg比に何ら影響されなかったのですが、老化した細胞では、Ca/Mg比が増加すると細胞活性が低下することを見出しました。しかもそれはCaの濃度にはほとんど関係なく、Ca/Mg比に大きく依存することがわかりました。さらにCa/Mg比が増加して細胞活性が低下する条件においてDSWを添加すると、細胞活性の低下が抑制されることがわかりました。しかもこのときに添加したDSWの量では、培地中のCa/Mg比を調整するまでには至っておらず、Ca/Mg比の増加に伴う細胞活性の低下抑制効果は、DSW中の微量成分間の相互的な作用によるものと考えられました(山田ら, 2015)。この研究により細胞の活性は、老化に加えてCa蓄積やMg不足などの外的要因が加わると顕著に低下することがわかってきました。現在もCa/Mg比の増加が細胞に与える影響についてさらに詳細な研究を進めていますので、また改めてご報告させて頂く機会があると思います。

海洋深層水の利用研究を通して、健康長寿に向けて加齢に応じたCa/Mg比にも留意する必要性が浮かび上がってきました。すなわち食餌においては、脂質や糖質の制限だけにとらわれることなく、Ca/Mg比を含めた総合的な栄養バランスを心がけることが重要であることが示唆されました。そこで食餌から摂取するCa/Mg比を十分にケアしたいわけですが、これを飲料水だけに頼るには限界があります。特に食生活が欧米化して、すでにCa/Mg比が増加している現在、食餌全体を通してCa/Mg比の増加傾向を効果的に抑えて行く必要が感じられました。そこで注目したのが野菜です。



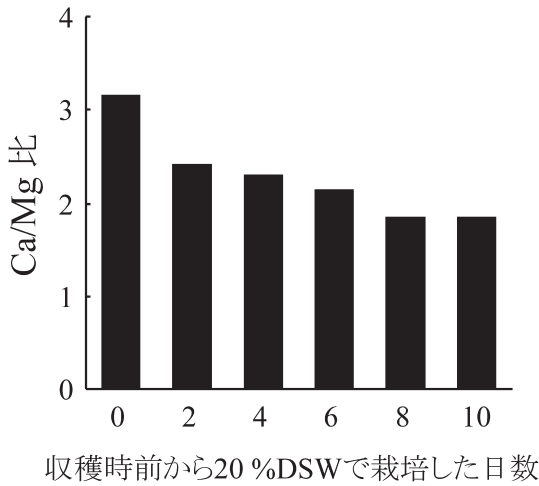
京水菜

写真1 DSWで水耕栽培中の京水菜



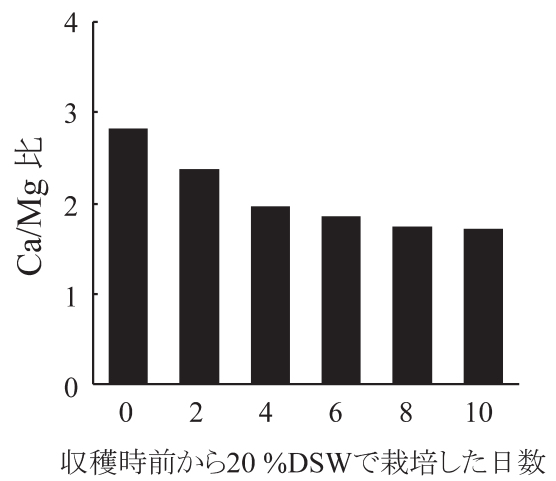
小松菜

写真2 DSWで水耕栽培中の小松菜



京水菜

図2 20%DSWによる栽培期間と京水菜中のCa/Mg比の変化



小松菜

図3 20%DSWによる栽培期間と小松菜中のCa/Mg比の変化

野菜はその95%以上が水分です。そのなかでも健康や美容によいと言われ、近年は日常的に摂取されている野菜サラダは、今日では重要な水分摂取源と考えられます。サラダに供される野菜にDSWを吸収させることができれば、Ca/Mg比が低い野菜を作ることができるはずですが、しかしながら、DSWを用いて野菜を栽培することには最初から困難が予想されました。そこでまずDSWによる発芽への影響を確かめたところ、思いの外多品種の野菜が問題なく発芽することがわかりました(岡本ら, 2013)。しかし発芽以後の生長段階では、懸念していたDSW中のNaによる生長阻害の問題が表面化しました。この研究で得られた成果は、DSWで栽培した野菜は生長阻害という問題はあるものの、野菜内のCa/Mg比は大幅

に変動することがわかったことでした。そこでDSWを用いた野菜の栽培方法を詳細に研究した結果、DSWでも生長を阻害せずにCa/Mg比の上昇を抑えた野菜(写真1, 2および図2, 3)を作る栽培方法の確立に至りました(特許出願済み)。この技術を用いた野菜の栽培については、水耕栽培の設備会社および大学ならびに弊社で産学連携として組んだコンソーシアムにより、経済産業省による2015年度グローバル農商工連携推進事業に採択されて、2015年の秋から羽田空港の臨空地区で栽培実証試験用の植物工場が稼動し始めています。補助事業の一環として昨年末に羽田空港国際線ビルで催されたイベントでは大勢の方々に来場頂き、DSWによる野菜栽培に対する関心の高さが実感されました(写真3)。現在は実証





写真3 羽田空港国際線ビル内のお祭り広場で開催されたイベント風景



写真4 臨空型植物工場での栽培実証試験

試験における初回の収穫が始まったところです(写真4)。なおここで収穫された野菜は、静岡県伊東市にある株式会社ディーエイチシーの赤沢温泉ホテルをはじめ、羽田空港内のレストランや機内食にも試験的に供給されて、実際に食べて頂いた方々の反応をモニタリングする計画があります。

### 3. 今後のDSW利用研究

DSWの健康分野に関する利用研究は、いまだ始まったばかりです。これまでは観念的な利用が多く、その利用意義に関する客観的、科学的な検証に欠けるところがあったことは否めません。今後はDSWの機能性について十分に検証される必要があると思いますが、DSWは地球上のあらゆる元素を包含する複雑な混合系ゆえに、これをどのように捉

えて研究を進めればよいのか、課題としていつも研究者の眼前に横たわります。これに対し現在の私たちは、上述のKarppanen *et al.* (1978)の報告に端を発するCa/Mg比に着眼して研究を展開していますが、この着眼点では陸水と海水の区別はついて、DSWとSSWとの区別はつきません。今後のDSW利用研究の発展にあたっては、さらに新しい着眼点を持つ必要があると思います。

最後になりましたが、わが国はいよいよ超高齢化社会を迎えて健康長寿が叫ばれるなか、その具体的な実践方法がなかなか見えてきません。高齢化に伴う医療費増加を抑制するためにも国民の健康長寿は悲願でもあります。健康の素は日々の食餌と生活行動です。お薬に頼らないで健康を維持、増進するために、わが国各所で取水されているDSWが有益に活用されることを願って止みません。

### 参考文献

- Karppanen, H., R. Penanen and L. Passinen (1978) Minerals, coronary heart disease and sudden coronary death. *Adv. Cardiol.*, 25, 9-24.
- Kousa, A., A. S. Havulinna, E. Moltchanova, O. Taskinen, M. Nikkarinen and J. Eriksson (2006) Calcium: Magnesium ratio in local groundwater and incidence of acute myocardial infarction among males in rural Finland. *Env. Health Persp.*, 114, 730-734.
- 野村道康・有賀みずえ・山田勝久・今田千秋・小林武志・濱田(佐藤)奈保子(2011) 培養ヒト線維芽細胞のコラーゲン合成に対する伊豆赤沢海洋深層水の効果. *海洋深層水研究*, 12, 11-17.
- 岡本良子・有賀みずえ・山田勝久・今田千秋・小林武志・寺原 猛(2013) 伊豆赤沢海洋深層水の作物の発芽とカイワレの生育に及ぼす影響. *海洋深層水研究*, 14, 35-42.
- Rylander R., H. Bonevik and E. Rubenowitz (1991) Magnesium and calcium in drinking water and cardiovascular mortality. *Scand. J. Work Environ. Health*, 17, 91-94.
- 山田勝久・鈴木正宏・野村道康・柴田雄次・今田千秋(2015) 種々のカルシウム/マグネシウム比で培養したヒト線維芽細胞の活性と海洋深層水添加効果. *海洋深層水研究*, 15, 99-106.