

DOWAS NEWS

2013

Vol16 No.4



赤穂化成株式会社の取り組み

中川 光司（赤穂化成株式会社 上席執行役員 生産・技術部門担当）…1

DSW 縁の下の力持ち（10） ～深層水を支える人々～

みえ尾鷲海洋深層水施設・アクアステーション編

原田 聖史（みえ尾鷲海洋深層水 アクアステーション チーフ）…9



海洋深層水利用学会

赤穂化成株式会社の取り組み

中川 光司（赤穂化成株式会社 上席執行役員 生産・技術部門担当）

1) 赤穂化成株式会社の沿革

兵庫県南西部に位置する播州赤穂は、南は瀬戸内海に面し、北は山に囲まれ、山と海を結ぶ千種川（ちぐさがわ）が町の中央を流れる塩作りに恵まれた地形をもち、豊かな自然環境に恵まれています。赤穂は江戸時代初期に入浜式塩田の大規模化に成功し、赤穂が「入浜式塩田発祥の地」と言われ、その技術が瀬戸内に伝承されていきました。明治に入って日露戦争の戦費のため専売制が導入されてから92年の長きにわたり、製塩技術は時代と共に進歩し、昭和28年ころ「流下式塩田」が導入されました。しかし、海洋汚染問題と将来の塩の自由化に於けるコスト競争のため塩田での製塩法は廃止され、昭和47年以降はすべて低コストで製塩を可能にする「イオン膜」方式となりました。「流下式塩田」で塩作りを行っていた赤穂東浜塩業組合は解散しましたが、従来から豆腐の凝固剤や凍結防止剤に使われる苦汁（にがり）を作っていた赤穂東浜塩業組合とユニチカ株式会社の合弁で昭和46年に赤穂化成株式会社が誕生しました。赤穂化成株式会社は、播州赤穂に昔から伝わる「きれいな海水をまるごとギュッと濃縮した塩をつくる」という思いと技術を受け継いだ会社です。現在、赤穂化成株式会社は、兵庫県赤穂市（本社と赤穂工場）、高知県室戸市（深層水事業所）、東京都新宿区（東京支店）に拠点があり、本社からは穏やかな瀬戸内海国立公園に浮かぶ「生島樹林」として国の天然記念物に指定された生島、石材で有名な家島、小豆島、天気の良い日は四国を望むことができ、深層水事業所からは雄大な太平洋を望むことができます。



図1 本社



図2 深層水事業所

2) 赤穂化成株式会社の商品

赤穂化成株式会社は、海水の主要ミネラルであるナトリウム塩、マグネシウム塩、カルシウム塩、カリウム塩を成分や粒径を調整して各種規格の製品にし、これらの製品を原料としてより加工度の高い製品にして化成品分野、食品分野、健康分野、調味分野に販売しています。化成品分野では、一般工業用、食品添加物、日本薬局方規格の製品を凍結防止剤、食品配合添加剤、医薬用原料として、食品分野では、塩化マグネシウムや硫酸カルシウム、さらにいろいろな剤を組み合わせることで製剤化したものを豆腐の凝固剤として、健康分野では、海洋深層水を活用した機能性飲料「海の深層水 天海の水」、

「マイウォーター」、「熱中対策水」やマグネシウム含有食品「天海のにがり」を、調味分野では、マグネシウム、カルシウムなどのミネラルを含んだ「赤穂の天塩」や海洋深層水を活用した「天海の塩」を製造販売しています。「赤穂の天塩」と「天海の塩」は、「きれいな海水をまるごとギュッと濃縮した塩をつくる」という思いで作ったものです。最近は、当社製品を原料に使用した商品として、「赤穂の天塩」を使用した調味料（味噌、牡蠣醬、塩麴、鍋用のタレ、塩だし）や塩飴などを販売しています。



図3 弊社商品

3) 海洋深層水との出会いと塩づくり

赤穂化成株式会社が平成7年に海洋深層水に出会ったのは、塩の自由化がきっかけでした。平成7年当時、平成9年の塩専売制度の廃止が目前に迫り、続いて平成14年の塩の自由化も迫っていました。塩が自由化されると海外から大量の安い塩が輸入されることとなり、「赤穂の天塩」に大きな影響が考えられたため、コストダウンなどの待ったなしの対応が必要となっていました。また、「安全、安心」な塩作りを行っていくことも必要でしたので、世界各地に出かけて環境汚染の少ない場所を探していました。このようなとき（平成7年の1月ころ）、高知県室戸で海洋深層水を取水していることが雑誌で紹介されていました。当時は、高知県とつながりがなかったので、いろいろな方にお願ひし、平成7年の5月末に高知県海洋深層水研究所を訪ね、サンプルを頂きました。その海洋深層水で試作を重ね、海外からの安い塩に太刀打ちできる塩を作ることができましたが、塩の製造だけでは海洋深層水の97%を占める水を捨てざるを得ず、何とかしてこの水を活用する方法を考える必要がありました。赤穂化成は、1990年代にブームになりかけていたミネラルウォーター事業に参入するため、地元赤穂をはじめ各地の水質調査を行っていました。また、1989年から始めた大学や公的機関とのミネラルに関する研究経過から、カルシウムとマグネシウムを同時に摂取することが重要であることがわかっていましたので、海洋深層水の水とミネラルを活用した飲料の開発を行うこととしました。

4) 海洋深層水を使用した飲料の開発

飲料の開発に当たり、播州赤穂に昔から伝わる塩作り「きれいな海水をまるごとギュッと濃縮した塩をつくる」の思いから、海洋深層水を原料にした飲料は、きれいな海洋深層水だけを使った商品とすること、また、商品を作って販売するだけではなく、商品の安全性や有効性も研究して行くことを念頭に取り組みました。製造方法は、播州赤穂に昔から伝わる製塩技術と最新の技術を組み合わせたもので、マグネシウムとカルシウムの濃度と比率を任意に調節できることを特徴としており、飲料及びその製造方法として特許登録（第 4536480 号、第 4607164 号）されています。製造工程は、まず海洋深層水を逆浸透膜装置で処理し、濃縮海水と脱塩水に分けます。次に濃縮海水を昔から伝わる塩作りの技術を用いて更に濃縮し、塩とミネラル液に分けます。このミネラル液を逆浸透膜装置で分けておいた脱塩水と合わせてミネラルを含む飲料とします。

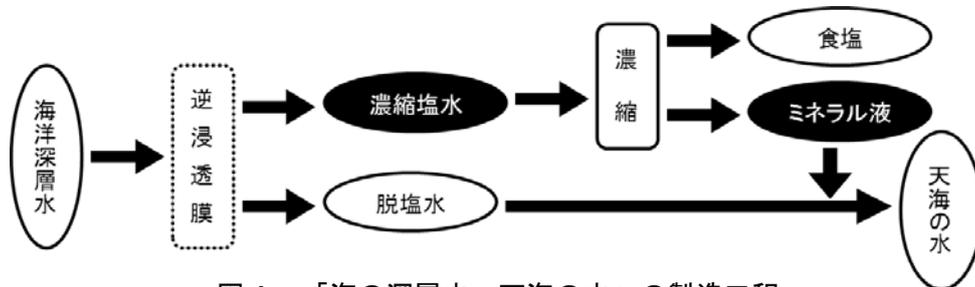


図4 「海の深層水 天海の水」の製造工程

最初に製造した商品が、健康生活飲料「海の深層水 天海の水」で平成 10 年 12 月から販売を開始し、ミネラル調整技術を活かした商品作りを続けています。

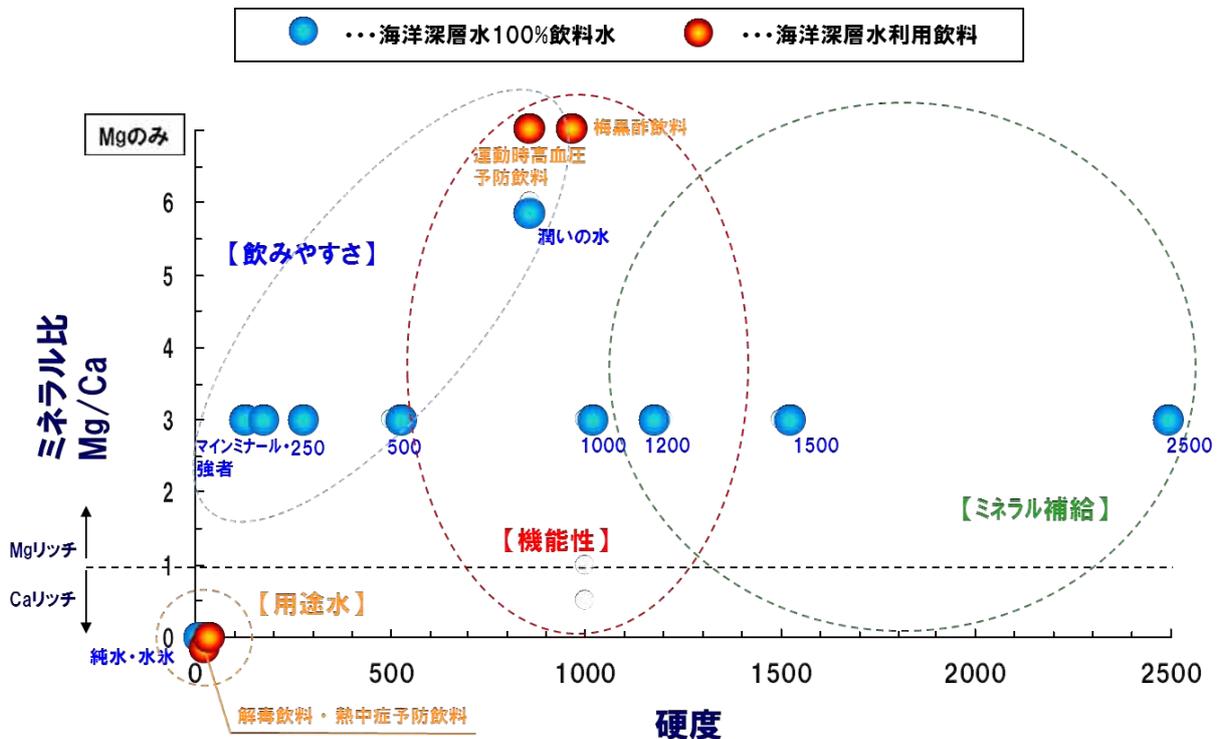


図5 深層水飲料商品の硬度と Mg/Ca 比

販売当初は、室戸市に工場用地を確保していたもののまだ工場が出来てなかったため、海洋深層水を赤穂工場まで運び製造を行っていました。平成12年8月からは、室戸市に竣工した深層水事業所で製造を開始し、お客様に安心してご利用頂ける商品を製造するため、平成15年2月に深層水飲料メーカーとして日本で初めてHACCPの承認を受けました。さらに、お客様に安全で安心な商品をお届けするため、AKOグループ（赤穂化成株式会社、株式会社天塩、株式会社アコール）は、平成25年12月に、食品安全マネジメントシステムの国際標準規格であるISO22000の認証（「食塩及び清涼飲料水的设计・開発、製造及び配送」）を取得しました。今後も「安全・安心」をキーワードにもものづくりを進めていこうと考えています。

5) 海洋深層水を使用した飲料の有効性研究

清浄な海洋深層水は、食品衛生法清涼飲料水ミネラルウォーター類の原水基準に適合するため、海洋深層水を原水に使用した商品は単に成分規格に適合することを確認すれば良いのですが、海洋深層水のミネラルを調整した初めての商品でしたので、丁寧に安全性の確認を行うこととし、公的機関にお願いして短期及び長期にわたる安全性に関する試験を実施し、安全であることを確認してから発売しました。その後、有効性を調べるため臨床試験を行った際、大阪府内科医会からは「便秘傾向の者に対して、便通及び腹部症状の改善効果を有し、通院中の患者にも安全に使用できる有用な食品であることが示唆された。」、高知大学医学部からは「深層水由来飲料水の長期飲用は、安全で高齢者におけるQOLを改善する。」という結果を頂きました。さらに高知大学医学部からは、有効性に関して「末梢血流および腸管血流を改善」、「消化管機能を改善」、「免疫反応を向上」、「低濃度域CRPを改善」、「鉄動態と貧血に改善傾向」という結果も頂いています。

表1 「海の深層水 天海の水」の安全性

試験	結果	実施機関
復帰突然変異試験(微生物)	硬度5,000で変異原性なし	食品薬品安全センター
急性毒性試験(動物)	硬度8,000で急性毒性なし	
亜急性毒性試験(動物)	硬度5,000で亜急性毒性なし(3M)	
亜慢性毒性試験(動物)	硬度1,000で亜慢性毒性なし(15M)	海洋科学技術センター
経代毒性試験(動物)	硬度1,000で5世代経代、毒性なし	
臨床試験(ヒト)	料理・飲用水を全て硬度250、1000に置き換え、安全性確認(n=92)	高知大医・老人介護施設(3)
臨床試験(ヒト)	医薬品と併用時の飲み合わせ弊害無し(n=179)	大阪府内科医会・病院等医療機関(76)

有効性について、マグネシウムやカルシウムをはじめとした多種類のミネラルを含む飲料は、いろいろな有効性が考えられたので、多くの方に協力頂いて大きな成果を得ることができ、本会が主催する全国大会においても、第3回海洋深層水'99佐賀大会から毎年報告するとともに、論文投稿も多数行っています。

表 2 深層水飲料に関する投稿論文

概要	対象商品	投稿先	論文名	共同研究先
血流改善 (単回飲用)	天海の水	ヘモレオロジー研究会誌	海洋深層水由来ミネラルがヘモレオロジーに及ぼす影響	食品総合研究所 野崎クリニック
血流改善 (継続飲用)	天海の水	ヘモレオロジー研究会誌	海洋深層水ミネラルの長期摂取がヘモレオロジーに及ぼす影響	食品総合研究所 野崎クリニック
血圧降下	天海の水	Biol.Pharm.Bull	Deep-Sea Water Improves Cardiovascular Haemodynamics in Kurosawa and Kusanagi-Hypercholesterolemic (KHC) Rabbits	福島県立医科大学 海洋科学技術センター
免疫賦活	天海の水	日本ヘモレオロジー学会誌	海洋深層水ミネラル摂取がヒト白血球のルミノール増感発光に及ぼす影響	食品総合研究所
血中脂質上昇の抑制	天海の水	赤穂市民病院誌	海洋深層水長期飲用効果の検討	赤穂市民病院
白内障発症の遅延	天海の水	Biol.Pharm.Bull	Delay of Cataract Development in the Shumiya Cataract Rat by the Administration of Drinking Water Containing High Concentration of Magnesium Ion	近畿大学 東京都老人総合研究所
アトピー改善	天海の水	KARGER	Reduction of Allergic Skin Responses and Serum Allergen-Specific IgE and IgE-Inducing Cytokines by Drinking Deep-Sea Water in Patients with Allergic Rhinitis	ユニチカ中央病院
		ACTA MEDICA	IMPROVEMENT OF SKIN SYMPTOMS AND MINERAL IMBARANCE BY DRINKING DEEP SEA WATER IN PATIENTS WITH ATOPIC ECZEMA/DERMATITIS SYNDROME (AEDS)	ユニチカ中央病院
		European Journal of Clinical Nutrition	Drinking deep sea water restores mineral imbalance in AEDS	佐藤病院
ビロリ菌増殖抑制	マイウォーター	Journal of Medical Microbiology & Diagnosis	Antibacterial Activities of Refined Deep Seawater on Helicobacter pylori	高知大学
骨密度減少の予防	天海の水	近畿産科婦人科学会誌	室戸沖海洋深層水の飲用が閉経周期婦人の骨代謝に与える短期的影響	高知医科大学 奈良県立医科大学 奈良県立三室病院
安全性・有効性	天海の水	日本臨床内科医会誌	機能性食品の市販後調査研究;便秘傾向者に対するマグネシウム含有深層水の安全性と有用性の検討	大阪府内科医会

以下に、健康生活飲料「海の深層水 天海の水 硬度 1000」の研究成果の概要について紹介させていただきます。

血液流動性に及ぼす効果)

まず着目したのが、血液流動性の改善です。当時、紀州南部で梅干し作りのため「赤穂の天塩」を使っていたことから、梅酢の活用も研究しており、梅酢の有効性を評価するため、「MC-FAN」という毛細血管の血液流動性を測定する装置を使っていました。農林水産省食品総合研究所（現農研機構）とこの装置を使い評価した結果、「天海の水 硬度 1000」を500ml 飲用することで、血液通過時間が約 16%短縮されることがわかり、その後、多くのデータを集めたところ、平均で約 10%短縮されることがわかりました。

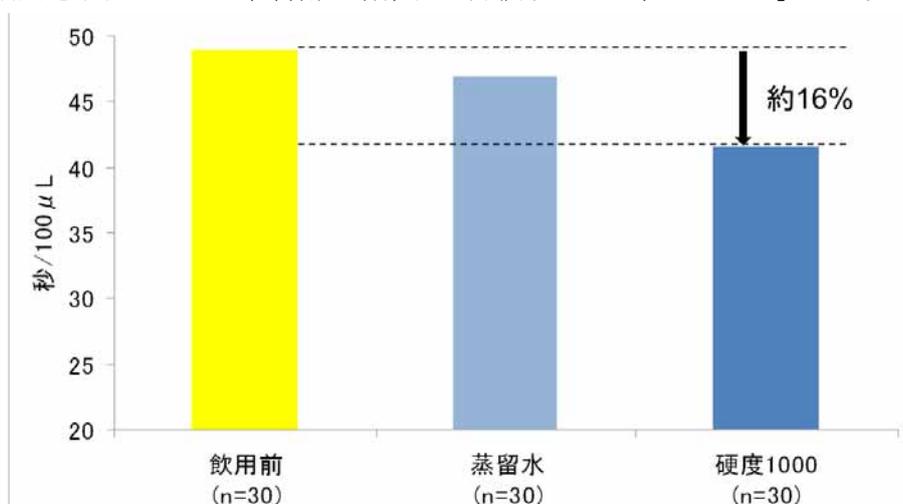


図6 「天海の水 硬度 1000」飲用1時間後の血液通過時間 (グラフの値は30名の平均値)

血液通過時間が短縮される理由を調べるため、室戸表層水や赤穂表層水で試作した硬度 1000 さらに試薬で調整した硬度 1000 や室戸深層水を逆浸透膜で処理した水を使い評価しましたが、短縮される理由は未だ解明できておらず、短縮される理由を明らかにするアプローチ方法を現在探しています。なお臨床試験では、高知大学で行って頂いたところ、「末梢血流および腸管血流を改善」という結果となっています。

表3 全血通過時間に及ぼすミネラル源の影響 (n=10)

被験物	全血通過時間(秒/100μl全血)		短縮率(%)
	飲用前	飲用後	
天海の水®			
室戸深層水1000	53.5±2.0	48.0±1.0*	9.0
赤穂表層水1000	61.1±7.8	71.1±14.4	—
室戸表層水1000	56.1±2.1	62.7±8.7	—
Mg溶液	52.6±1.6	51.1±2.1	2.9
Ca溶液	55.3±2.8	59.0±3.0	—
Na溶液	63.3±7.9	74.0±11.2	—
K溶液	53.1±3.2	71.4±16.0	—
人工1000	57.3±7.2	65.1±8.8	—

*:対応のあるt-検定(paired t-test)にてp<0.05、短縮率=(飲用前-飲用後)/飲用前×100、短縮率が負のものは「-」と表記した。
 ・飲用前の全血通過時間において、各被験物間では有意差無し(p<0.05)。
 ・Mg、Ca、Na、Kは天海の水®と同じ濃度に合わせた。
 ・人工1000は天海の水®とMg・Ca・Na・Kおよび、Cl、SO₄を合わせた。

2001年深層水利用研究会発表資料

血圧に及ぼす効果)

血圧については、農林水産省食品総合研究所（現農研機構）、奈良県立医科大学、福島県立医科大学で評価を行って頂きました。農林水産省食品総合研究所の実験結果（「天海の水 硬度1000」を1日に500ml 飲用）では、飲用開始後約1ヶ月で血圧が下がり始めました。その詳細をみると、収縮期血圧が140mmHg以上の高血圧境界外の方は、血圧の降下が顕著に見られました。

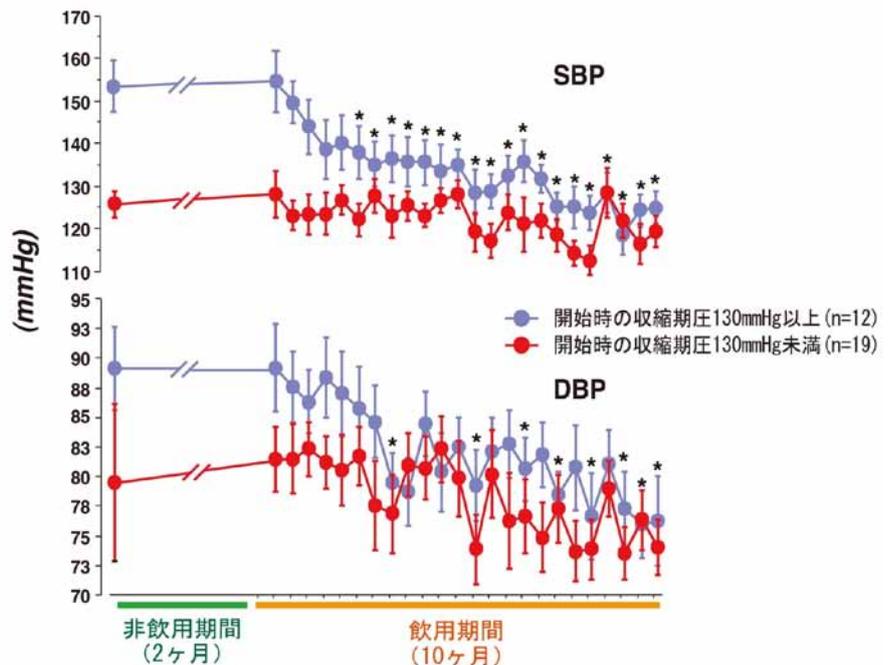


図7 天海の水® 継続飲用が血圧に及ぼす影響 (高血圧境界域内外での層別解析)

細菌叢に及ぼす効果)

高知大学医学部の「鉄動態と貧血に改善傾向」という結果から「天海の水 硬度 1000」は、体内の細菌叢に影響を及ぼすことが考えられ、ピロリ菌や腸内細菌叢に及ぼす効果について研究を行っています。マグネシウムとカルシウム比を調整した5種類の飲料を使い、高知大学医学部と共同で臨床試験を行った結果、それぞれの飲料では、奏功者の割合が40%から60%でしたが、5種類の飲料からその人にあった飲料を選ぶことで奏功者の割合を91%にすることができるという結果になりました。現在、腸内細菌叢に関する共同研究を行っています。

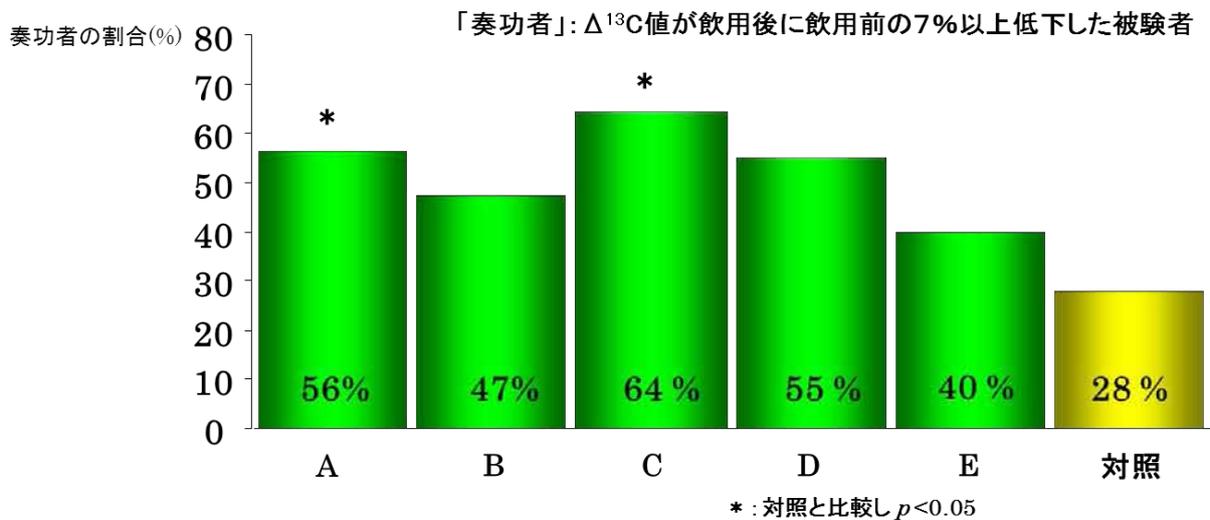


図8 ピロリ菌増殖抑制 1L/日 10日間飲用
結果① 各試験飲料における奏功者の割合

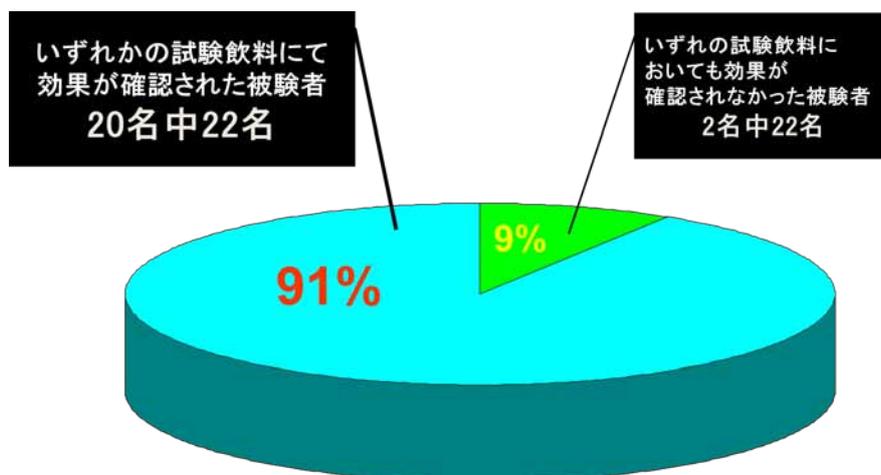
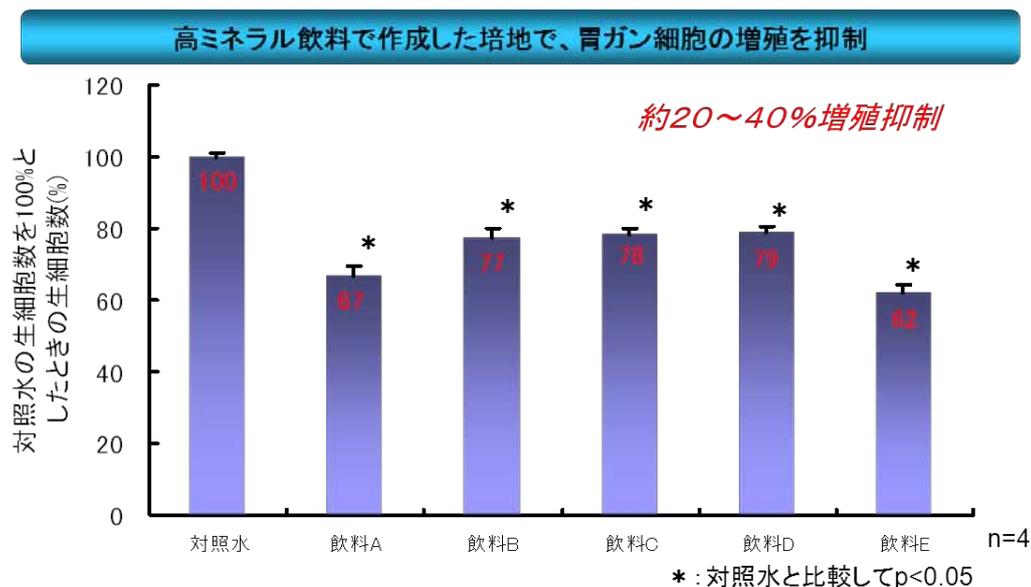
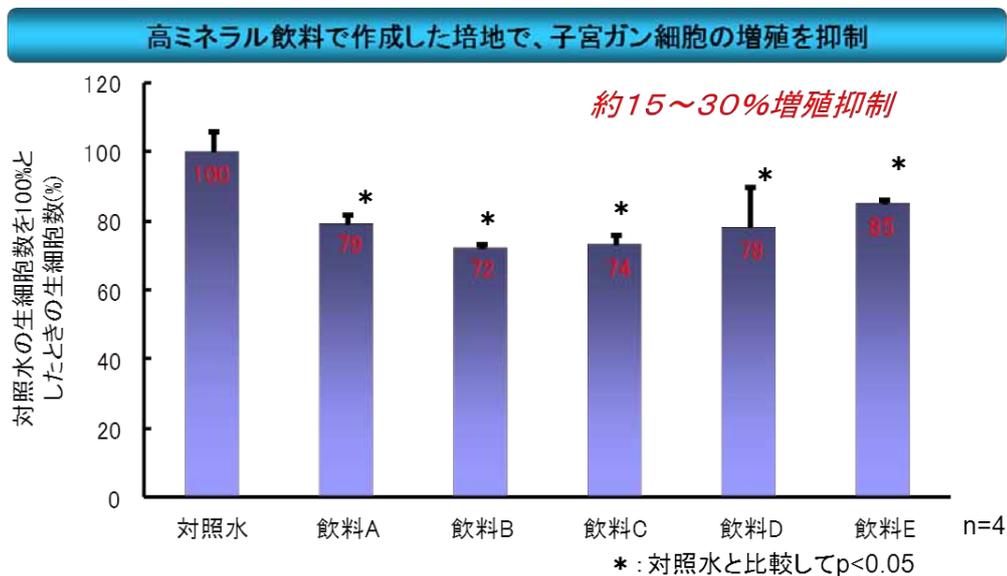


図9 ピロリ菌増殖抑制
結果② 試験飲料における奏功者の割合

腫瘍増殖抑制効果)

高知大学医学部の「免疫反応を向上」という結果から、「天海の水 硬度 1000」に抗腫瘍効果が考えられるため、高知大学医学部とこの効果に関する共同研究を行っています。腺ガン（胃ガン）、と扁平上皮ガン（子宮ガン）を用いて研究を行い、「天海の水 硬度 1000」に増殖抑制効果があることを確認し、そのメカニズムの解明に取り組んでいます。現在、関与するタンパク（腺ガンで9種類、扁平上皮ガンで6種類）を絞り込んだところです。

図10 *in vitro* MKN-45(胃ガン)図11 *in vitro* HeLa (子宮ガン)

6) おわりに

赤穂化成株式会社は、「新たな海洋文化の創造」を目指しています。生活に海洋深層水の定着をはかるため、今後とも研究開発と成果の公表を継続して行っていこうと考えています。

DSW 縁の下の力持ち⑩ ～深層水を支える人々～

みえ尾鷲海洋深層水施設・アクアステーション編

原田 聖史（みえ尾鷲海洋深層水 アクアステーション チーフ）

アクアステーションは三重県南部の尾鷲市古江漁港に位置し、沖合に雄大な熊野灘、背後には世界遺産登録の熊野古道がある自然と歴史的文化遺産に囲まれた環境下にあります。本施設は地域振興を目的に、平成18年4月1日に公営施設としてオープンし、初年度は尾鷲市が、2年目以降は指定管理者として尾鷲商工会議所が管理運営を任せられ、3名の職員ですべての業務を遂行しています。

水深415mから世界一の長さとなる12.5kmの取水管を経由して汲み揚げられた深層水は、主に水産用として使われていますが、飲料水や塩の製造、温浴施設などにも使われています。また、脱塩装置で処理された深層水は、食品、醸造、化粧品、家庭用などに幅広く使われています。市が深層水事業を興したことで、企業誘致と起業により雇用創出がなされ、温浴施設では県内各地はもとより県外からの観光客も増加して地域の活性化に寄与しています。

今回、ご紹介する縁の下の力持ちは、アクアステーションの所在地である尾鷲市古江町の婦人で構成された「アクアサポート古江（大川仁子会長・現会員15名）」です。平成18年10月にアクアステーションの事業への協力、支援、参加を目的に結成されました。アクアステーションにおける業務の中に交流事業の推進があり、深層水を使った体験教室を毎月1回、10月にはイベント「深層水フェスタ」

をそれぞれ開催しています。体験教室では「そば打ち」、「パン作り」、「和菓子作り」、「もちつき」などを行っていて、開催時には、同会のメンバーは積極的に参加され、準備と片付け、あるいは講師も務められるなど、様々な形でご支援をいただいております。一方の「深層水フェスタ」では、来場者に深層水を使った炊き込みご飯、豚汁、ぜんざい、かき氷などが振る舞われ、その準備に3日前から取り組み、当日は早朝からイベント終了後の片付けまで頑張っていたいただいております。また、季節の節目には周辺の草抜きや館内の清掃が行われるなど、施設の維持管理にもご協力をいただいております。さらに、毎年5月5日には子どもの日にちなんで、同会が「チビッコ大集合」といったイベントを主催し、深層水をふんだんに使った料理などの振る舞いが行われ、普及活動においても積極的に取り組んでおられます。

このように、同会には多岐にわたって無償でご支援をいただいております、中でも交流事業の推進においては「おばちゃんパワー」なくして成り立たずと言っても過言ではありません。「縁の下の力持ち」とはまさにこのことを言うのでしょうか。現在、会員の高齢化が進んでいますが、今日もアクアステーションでは、元気なおばちゃんたちの笑い声が聞こえています。



アクアサポート古江の皆さん（エプロン姿）



「チビッコ大集合」振る舞いの順番待ち風景