

助成番号 9932

海洋深層水・海洋深層水塩が食品の調理・加工性及び食味に及ぼす影響

助成研究者：後藤 昌弘（高知県立高知女子大学 生活科学部）
 共同研究者：彼末 富貴（高知県立高知女子大学 生活科学学部）
 佐藤 之紀（高知県立高知女子大学 生活科学学部）

高知県室戸岬沖 320m の水深から採取される海水は、海洋深層水として注目され、食品分野にも利用され始めている。これらの食品は、食味の改善や品質改良効果をうたっているが、その科学的根拠の解明や裏付けはほとんどなされていない。また、この海洋深層水を用いた塩の製造販売も始まっており、食品の調理・加工に用いた場合、食塩や天然塩とどのような差異があるか興味が持たれる。そこで、本研究では、海洋深層水及び海洋深層水塩が食品の調理・加工性におよぼす影響を主として官能検査や物性試験を中心に明らかにしようとした。

海洋深層水（取水深度 320m）及び表層水（取水深度 0.5m）を高知県海洋深層水研究所のポンプから採水した。これらを 5ℓ ビーカーに入れ、135℃の恒温器中で水分を除き、得られた残さを乳鉢で磨砕し、それぞれ海洋深層水塩、表層水塩とした。対照とした NaCl は試薬特級をそれ以上精製しないで用いた。また、食用塩規格に基づき NaCl に塩基性 MgCO₃ を 0.4% 添加した塩を NaCl + Mg として比較に用いた。

1. 海洋深層水及び表層水をそのままパネル（本学女子学生 20 名）に与え、どちらの海水の塩味が強いかわかる識別試験を行った。次に、調製した深層水塩、表層水塩、NaCl、NaCl + Mg の中から 2 組ずつ比較するためにそれらの塩を直接なめ、塩味強度の識別試験を行った。さらに、これらの塩を蒸留水で溶かし、NaCl 濃度を 0.8% ならびに 1.6% となるように調製した溶液で同様に塩味の識別試験を行った。その結果、固体状態の塩の識別試験では NaCl+Mg が NaCl より塩味が強かったが、0.8% の塩溶液に調製すると逆に NaCl の塩味が NaCl+Mg、深層水塩、表層水塩より強く感じられた。さらに、塩濃度を 1.6% に上げるとどの塩の間にも有意差がなくなった。

2. NaCl 濃度が 0.85% になるよう調製した深層水や表層水でダイコンをゆで、NaCl 溶液でゆでたものを基準として塩味、硬さ、甘味、総合評価について評点法（両極 3 点法）による官能検査を行った。塩味、硬さ、甘味には有意差はなかったが、総合評価では表層水がわずかに悪かった。NaCl 溶液より深層水、表層水で調製した試料の硬さの値は高い傾向を示したが、有意差はなかった。調製後のダイコン内の食塩量は 3 種類ともほぼ同じであったことから、塩のダイコンへの吸収割合は大差ないと考えられた。

3. 同様に NaCl 濃度が 0.85% になるよう調製した深層水塩溶液でゆでたダイコンは、すべての項目で表層水塩溶液でゆでたダイコンとの間に有意差はなかったものの、NaCl 溶液でゆでた場合に比べて有意に硬かった。

助成番号 9932

海洋深層水・海洋深層水塩が食品の調理・加工性及び食味に及ぼす影響

助成研究者：後藤 昌弘（高知県立高知女子大学 生活科学部）

共同研究者：彼末 富貴（高知県立高知女子大学 生活科学部）

佐藤 之紀（高知県立高知女子大学 生活科学部）

1. 研究の目的

高知県室戸岬沖 320m の水深から採取した海水は、海洋深層水として注目され、水産養殖のみならず医療用や化粧品、食品にも利用されている。海洋深層水は、低温安定性、清浄性、熟成性や天然海水であることからくるミネラル特性などが利用上有効であると言われている¹⁾。このため、食品分野では、酒、醤油、味噌の醸造、豆腐やパンなどの製品をいくつかの企業が製造・販売し、食味の改善効果や品質の保持改善をうたっているが、その科学的根拠の解明や裏付けはほとんどなされていない。また、平成 10 年秋からは、この海洋深層水を利用した食塩の製造販売が開始された。近年、天然塩は販売量が増えているがほとんどは再生塩か表層海水を濃縮して得たもので、深層水を利用したものはこれが初めてであり、食品の調理・加工に用いた場合どのような差異があるか興味を持たれる。

そこで本研究では、海洋深層水塩が他の塩とどのように異なるかを調べると共に、海洋深層水及び海洋深層水塩が、食品の調理・加工性及び食味に及ぼす影響について主として物性試験や官能検査を中心に調査し、海洋深層水、海洋深層水塩が持つ特性を明らかにしようとした。

2. 研究方法

2. 1 海洋深層水及び海洋深層水塩の官能評価

材料：海洋深層水（取水深度 320m）及び表層水（取水深度 0.5m）を高知県海洋深層水研究所（室戸市）で採水し、5℃で保存した。これらを、5ℓ ビーカーに入れ、135℃の恒温器中で水分を除去し、得られた残さを乳鉢で摩砕し、それぞれ海洋深層水塩及び表層水塩とした。対照とした NaCl は試薬特級（和光純薬製）、食塩は、市販品（讃岐塩業²⁾製）を用いた。さらに、食用塩規格³⁾に基づき NaCl に塩基性 MgCO₃ を 0.4% 添加したものを NaCl + Mg として比較に用いた。

方法：まず、何も処理していない海水の官能評価を行うため、海洋深層水及び表層水を紙コップに 10ml ずつ入れ、本学食物栄養学科 4 年生 20 名をパネルにどちらの塩味が強いかを答える 2 点識別試験を室温で行った。さらに、同じパネルに対して海洋深層水塩、表層水塩、NaCl、NaCl + Mg をそのまま 2 種類ずつ提示し、直接なめさせて塩味の強さを答える識別試験を行った。また、これらの塩を蒸留水を用いて NaCl 濃度で 0.8% に調製した溶液ならびに 1.6% に調製した溶液を用いて同様の識別試験を実施した。

2. 2 海洋深層水がダイコンの調理性、食味に及ぼす影響

材料：ダイコン（青首種、産地不明）は高知市内小売り店で購入し、ただちに実験した。海洋深層水、表層水及び NaCl には、2. 1 と同じ海水と試薬を用いた。

方法：ダイコンは、上下を除いた太さの揃った部分の皮をむき、1cm 厚の輪切りを 6 等分した銀杏切りにした。深層水、表層水ならびに NaCl に蒸留水を加え、NaCl 濃度を 0.85 % に調製した溶液をそれぞれ同一量耐熱性ガラス鍋に入れ、同一重量のダイコンとともに同一火力のハロゲンヒーターで 30 分加熱した。加熱後、それぞれの野菜について NaCl 溶液でゆでたものを標準として塩味、硬さ、甘味、総合評価の 4 項目について評点法（両極 3 点）で官能検査を行い、分散分析による有意差検定を行った。パネルは、2. 1 と同じ学生 20 ないし 23 名であった。また、レオロメーター MAX1600（アイテクノ製）を用い、プランジャー径 30mm、クリアランス 2.0mm、スピード 12cycle/min. の正弦運動で最大の応力を測定し、硬さとした。さらに、塩分量をモール法により定量した。

2. 3 海洋深層水塩がダイコンやうどんの調理・加工性、食味に及ぼす影響

材料：2. 2 と同じダイコンを用いた。また、高知市内小売店で購入した小麦粉（中力粉、日清製粉製）、市販めんつゆ（ヒガシマル製）を使った。

方法：ダイコンは、NaCl 濃度が 0.85 % になるよう蒸留水で調製した深層水塩溶液、表層水塩溶液及び NaCl 溶液中で 2. 2 と同様に加熱し、同じく官能検査、硬さの測定、塩分量の測定をした。うどんは、小麦粉 500g に塩水 235ml（NaCl 濃度として 6 % となるように各塩と蒸留水で調製）を加え、家庭用餅つき器（東芝製 AFC-10A）で混捏し、32℃ の恒温器で 1 時間寝かせた後、家庭用製麺機で麺線にした。沸騰水中で 20 分ゆでた後、流水で洗い、30 g を器に入れ、めんつゆを 15ml かけたものを試料として、コシ、外観（色、つや）、総合評価の 3 項目について評点法（両極 3 点）で官能検査を行った。

3. 結果及び考察

3. 1 海洋深層水及び海洋深層水塩の官能評価

海洋深層水と表層水の塩味の強さに関する識別試験では、深層水が表層水に比べ 5 % の危険率で有意に強く判定された（Table 1）。この原因が、深層水と表層水に含まれる主要な無機元素によるものかを明らかにするため、まず、深層水塩、表層水塩と NaCl、NaCl + Mg の 4 種の塩について 2 種ずつ塩味の強度について識別試験を行った（Table 2）。その結果、NaCl + Mg が、NaCl より 5 % の危険率で有意に塩味が強く判定された。しかし、これ以外の塩については有意差が認められなかった。一般に溶液の状態では NaCl に Mg などの無機イオンが加わると塩辛さが弱まること報告されている³⁾が、この場合、直接結晶状態の塩をなめているため、パネルが味の判定をしにくいものと推察された。

次に蒸留水で調製した 0.8 % 溶液について同様に比較を行った（Table 3）。NaCl は、NaCl + Mg、深層水塩、表層水塩よりそれぞれ危険率 5 %、1 %、0.1 % で有意に塩味が強く判

定された。また、NaCl + Mgと深層水塩を比較すると、NaCl + Mgは、深層水塩よりも危険率 0.1 %で有意に塩味が強く判定された。さらに、1.6 %溶液についても比較を行ったところ、どの試料間にも有意差は認められなかった（Table 4）。これらの結果から、塩そのままや濃度の高い溶液では塩味の強度の判別は難しいことがわかった。通常、精製塩、食卓塩等には塩基性炭酸マグネシウムが添加されていることから、Mgが塩味に対して寄与することが考えられる。0.8 %溶液の官能検査でNaCl + Mgの塩味がNaClよりも弱かったことからMgは塩味に対して寄与することが示された。また、これは無機元素があると塩辛さが和らぐという報告^{3, 4)}に一致する。深層水塩は、NaCl + Mgよりも塩味が弱かった。これは、Mg以外の無機元素も含むためさらに塩辛さが弱く感じられたと推察された。しかし、表層水塩と深層水塩の間には有意差がなく、無機元素の含量にはほとんど差がない⁵⁾ことから含量に差の見られる有機物等の影響についても今後さらに検討する必要性があると考えられた。

3. 2 海洋深層水がダイコンの調理性、食味に及ぼす影響

NaCl溶液でゆでたダイコンを標準として、深層水、表層水でゆでたダイコンの評価を行ったところ、塩味、硬さ、甘味には有意差がなかった（Table 5）。総合評価では、5%の危険率で有意差があり、表層水でゆでたものが、わずかに悪いと判断された。しかし、平均点が0より大きくなったのは、硬さの項目のみで他はいずれも0もしくはマイナスで値もごく小さく深層水、表層水の差はほとんどないものと推察された。レオロメータで測った硬さは、深層水、表層水でゆでた試料の値がNaCl溶液よりもやや高かったが、有意差はなかった（Table 6）。これは、官能検査の硬さの評点がややプラス側になっていたことと一致する。さらに、3つの試料の塩分量を測定したが、有意差はなかった（Table 7）。同様の実験をジャガイモについても行ったが、評点法ではすべての項目で有意差がなかった（データ省略）。しかし、硬さの測定値は深層水、表層水間に差はなかったもののNaCl溶液よりは有意に硬くなっていた（データ省略）。これらの結果を考えると野菜類の調理に関しては、Mg等の無機元素の影響によりNaClでゆでるよりも硬くなることが推察されたが、官能評価への影響は少ないものと考えられた。

3. 3 海洋深層水塩がダイコンやうどんの調理・加工性、食味に及ぼす影響

前節3. 2と同様にNaCl溶液を標準として、深層水塩溶液、表層水塩溶液でゆでたダイコンの評価を行ったが、すべての項目で有意差がなかった（Table 8）。硬さは、深層水塩、表層水塩溶液でゆでた試料が、NaCl溶液でゆでたものより有意に高い値であった（Table 9）。しかし、深層水塩、表層水塩の間には有意差はなかった。3つの試料の食塩量は、NaClがやや高いものの有意差はなかった（Table 10）。

加工食品として食塩使用量の比較的多いうどんを同様にNaCl、深層水塩、表層水塩で調製し、NaClで調製したものを標準として評点法で評価を行った。しかし、コシ、外観、総合評価に有意差はなかった（Table 11）。また、これらのうどんの組織を走査電子顕微

鏡で観察したが差は認められなかった（データ省略）。

4. 今後の課題

これらの結果から、海洋深層水、海洋深層水塩は NaCl もしくは食塩とは異なり、食品の調理・加工性に何らかの影響をもたらすこと、食味としては NaCl に比べると塩辛さが和らぐことが推察されたが、表層水、表層水塩とは大きな差が見られなかった。また、表層水と深層水で塩味を比べると今回の結果からは有意差がみられなかったが、深層水で調製した食品が塩辛いとするパネルの数は多く、何らかの違いがあるものと考えられ、この要因を無機成分だけでなく、有機物や水そのものについて検討していく必要があると思われる。

文献

- 1) 谷口道子：食の科学，258，20-23(1999)
- 2) 日本海水学会，（財）ソルト・サイエンス財団共編：「塩の分析と物性測定」，p.378，日本海水学会（1992）
- 3) 松本伸子，河嶋かほる，赤羽ひろ，澤山茂：「プロジェクト助成研究報告書（食品科学）1990-1991」，p.1-32，ソルト・サイエンス研究財団（1993）
- 4) 坂口守彦，村田道代，望月聡，横山芳博：「魚博士が教える魚のおいしさの秘密」，p.239-250，はまの出版（1999）
- 5) 後藤昌弘：未発表（1998）
- 6) 久武睦夫，上東治彦，森山洋憲，鶴田望：食の科学，258，32-39（1999）

Table 1 Paired comparison score for saltness of deep seawater and surface seawater

	Deep seawater	Surface seawater
Paired comparison score ^a	15**	5

^a; This value was evaluated with the number of panels who had the taste of more salty than another one.

Panel number was 20. The values with ** was significantly different at $p < 0.05$.

Table 2 Paired comparison score for saltness on 5 kinds of salt

	Deep seawater salt	Surface seawater salt
Paired comparison score ^a	13	7
	Deep seawater salt	NaCl
Paired comparison score ^a	9	11
	Deep sea water salt	NaCl + Mg
Paired comparison score ^a	11	9
	NaCl+Mg	NaCl
Paired comparison score ^a	15*	5
	NaCl+Mg	Commercial salt
Paired comparison score ^a	11	9
	NaCl	Surface seawater salt
Paired comparison score ^a	13	7

^a; This value was evaluated with the number of panels who had the taste of more salty than another one.

Panel number was 20. The values with * was significantly different at $p < 0.05$ level.

Table 3 Paired comparison score for saltness on 5 kinds of 0.8% salt solution

	Deep seawater salt	Surface seawater salt
Paired comparison score [†]	9	11
	Deep sea water salt	NaCl
Paired comparison score [†]	3	17**
	Deep sea water salt	NaCl+Mg
Paired comparison score [†]	2	18***
	NaCl+Mg	NaCl
Paired comparison score [†]	5	15*
	NaCl+Mg	Commercial salt
Paired comparison score [†]	13	7
	NaCl	Surface sea water salt
Paired comparison score [†]	18***	2

[†]; This value was evaluated with the number of panels who had the taste of more salty than another one.

Panel number was 20. The values with *, **, *** were significantly different at $p < 0.05, 0.01, 0.001$ levels, respectively.

Table 4 Paired comparison score for saltness on 5 kinds of 1.6% salt solution

	Deep seawater salt	Surface seawater salt
Paired comparison score [†]	9	11
	Deep sea water salt	NaCl
Paired comparison score [†]	8	12
	Deep sea water salt	NaCl+Mg
Paired comparison score [†]	9	11
	NaCl+Mg	NaCl
Paired comparison score [†]	10	10
	NaCl+Mg	Commercial salt
Paired comparison score [†]	9	11
	NaCl	Surface sea water salt
Paired comparison score [†]	13	7

[†]; This value was evaluated with the number of panels who had the taste of more salty than another one.

Panel number was 20. The values with *, **, *** were significantly different at $p < 0.05, 0.01, 0.001$ levels, respectively.

Table 5 Difference of sensory evaluations score for boiled radish

	Saltness	Hardness	Sweetness	Overall preference
Deep seawater	-0.50	0.20	-0.05	0.00
Surface seawater	-0.25	0.30	-0.30	-0.50*

Panel number was 20. The values with * was significantly different at $p < 0.05$ levels.

Table 6 Hardness for radish boiled with various seawater

	Hardness (kg)
Deep seawater	1.72 ± 0.293
Surface seawater	1.73 ± 0.293
NaCl solution	1.55 ± 0.290

Table 7 Salt content in radish boiled with various seawater

	NaCl(g)/100g
Deep seawater	0.75 ± 0.01
Surface seawater	0.81 ± 0.03
NaCl solution	0.71 ± 0.01

Table 8 Sensory evaluation scores for radish boiled with salt solution

	Saltiness	Hardness	Sweetness	Overall preference
Deep sea water salt	-1.00	0.39	-0.22	-0.52
Surface sea water salt	-0.70	0.57	-0.65	-0.65

Panel number was 23. The values with * was significantly different at $p < 0.05$ levels.

Table 9 Hardness for radish boiled with various salt solution

	Hardness (kg)
Deep sea water salt	$2.72 \pm 0.907^*$
Surface sea water salt	$2.70 \pm 0.711^*$
NaCl solution	1.67 ± 0.447

The values with * was significantly different at $p < 0.01$ levels.

Table 10 Salt content in radish boiled with various salt solution

	NaCl(g)/100g
Deep sea water	0.71 ± 0.01
Surface sea water	0.76 ± 0.07
NaCl solution	0.80 ± 0.04

Table 11 Sensory evaluation scores for udon noodle

	Koshi	Appearance	Overall preference
Deep sea water salt	-0.10	-0.40	-0.30
Surface sea water salt	-0.10	-0.45	-0.50

Panel number was 20. The values with * was significantly different at $p < 0.05$ levels.

Influence of Deep Seawater and its Salt for Cooking Process and Taste of Food.

Masahiro GOTO, Fuki KANOSUE and Yukinori SATO

Department of Health science, Faculty of Human Life and Environmental Science,

Kochi Prefectural Kochi Women's University

The seawater collected from 320m depth of the Muroto Cape is noticed as Deep Seawater, and it begins to use in the food processing field and to be added to many kinds of foods. These foods were claimed their good taste and good qualities, but the evidence of scientific reason are hardly shown. Such interesting things on the deep seawater salt may be caused in cooking process. In this study, it was investigated the influence of deep seawater and deep seawater salt for cooking process using sensory test and texture test.

Deep seawater and surface seawater were given at Kochi Prefectural Deep Seawater Laboratory. Deep seawater salt and surface seawater salt were prepared to heated at 135 °C to get rid of water and then ground into the mortar.

Sensory evaluation test for saltiness was carried out with 20 female students as panel members. The saltiness of deep seawater was greater than that of surface seawater. Furthermore, the evaluation for saltiness of deep seawater salt also was done in comparison with surface seawater salt, NaCl and NaCl+Mg (added 0.4% basic MgCO₃ to NaCl). Although the saltiness of deep seawater salt had no significant difference with other salts, the saltiness of NaCl+Mg was greater than NaCl. In addition, the sensory evaluation of salt solutions adjusted to 0.8% as NaCl concentration was shown resulting in the greatest saltiness of NaCl whereas there was no significant for 1.6% solution.

Radish were boiled with deep seawater, surface seawater and NaCl solution, respectively. The concentration of each salt solution was adjusted to be 0.85% as NaCl concentration. The sensory test scores of saltiness, hardness, sweetness and overall preference for boiled radish were evaluated as follows; the overall preference of surface seawater was slightly lower in spite of being no significant in other items such as the saltiness, hardness, and sweetness. The hardness of boiled radish measured by rheolometer also showed almost no significant while boiled radish cooked with deep seawater or surface seawater was slightly harder than that with NaCl solution. In this case, the intake of salt concentration was assumed as the almost same level in these radish made with such salt solutions.

On the other hand, there was no significance between radish boiled in deep seawater salt solution and that in surface seawater salt solution in all items; saltiness, hardness, sweetness and overall preference. The hardness of radish boiled with deep seawater salt solution measured by rheolometer was significantly higher than that with NaCl solution, and showed the same level as that treated with surface seawater salt solution.