

海洋深層水在食品產業之應用



王文政

水產試驗所水產加工組

海洋深層水 (Deep Sea Water, DSW) 是指大陸棚外緣，200–300 m 以深之無光照區之海水，亦即水溫躍層 (垂直水溫急劇變化之水層) 以深之海水水層；它具有低溫、營養鹽豐富、無病原體和水質穩定的特性 (Takuma N. and Sadamitsu A., 2000)。海洋深層水約佔地球總海水量的 95%，屬於溫鹽環流 (The thermohaline circulation, THC) 的一部分，源自北大西洋格陵蘭島外海的海面海水，經冷卻後沉到深海，並形成洋流循環於大西洋、太平洋、印度洋及南極海域之間，大約 2000 年循環地球一圈。

海洋深層水有規律地湧升於世界各地之海域，雖然湧升的 DSW 在海水中所佔比率不超過 0.5%，但它支援了近乎 50% 海洋生物的生產。DSW 的利用普遍受到重視，主要是由於其大約有 14 億 km^3 之蘊藏量和使用後可再循環更新的特質，面對人口總數及人類對食糧需求的增加，藉由它的高生產力，促成海

洋生物的增產，方能彌補人類糧食供給的不足。

美國及日本是應用 DSW 最成功的國家，包括了水產養殖 (海藻、魚、介類)、食品工業、深海生物的基礎研究、海藻棲地復育、理療用處理設施、低溫能源利用及低冷蔬菜的栽培等產業。其中又以應用於食品加工或作為添加物之規模最大，市面上可見相關之產品高達數百種，也使其成為獲利最高之產業。

海洋深層水種類

海洋深層水經由電氣透析或逆滲透膜處理後，可作成如經脫鹽處理之純水或無鹽礦物質水，以及濃縮形態之鹽水或低鹽礦物質水等四種經強化水質特性的處理原料水。

此等原水及四種處理水之水質檢驗結果列如表 1。

表 1 海洋深層水水質檢驗結果 (日本三浦)

品名	原水	礦物水	淡水	鹽水	礦物鹽水
硬度 (mg/L)	6,300	5,600	-	3,900	11,000
鎂 (mg/L)	1,300	1,200	-	640	2,300
鈣 (mg/L)	450	300	-	520	800
鈉 (mg/L)	10,000	710	1.2	31,000	20,000
氯離子 (mg/L)	19,000	3,700	2.1	49,000	34,000
鉀 (mg/L)	420	13	-	1,200	780
細菌 (CFU/mL)	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
大腸菌群	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出	未檢出
pH (溫度)	8.0 (20°C)	8.0 (23°C)	6.6 (22°C)	7.0 (20°C)	7.9 (22°C)

資料來源 <http://www.miura-dsw.co.jp/riyou/bunnseki.htm>

食品方面之應用

DSW 可直接應用於食品，若使用處理之 DSW，則更能有效的提升產品應用之方便性及附加價值，此等 DSW 處理水水質及其在食品上之用途如圖 1 所示；茲就其在食品方面之具體應用概述如下：

一、食鹽製造

直接利用 DSW 原水，經離子交換取得純淨鹽液，再依續流下並排之凹陷槽 (pit)，進行蒸發濃縮，約費時 14 日左右，使鹽水濃度達到 15-18% 以上；結晶時不用人工加熱而採用自然太陽熱與風力，長時間緩慢結晶，結晶鹽之水分約 10-15%、再以離心機脫水。依此方式每一噸海洋深層水平均可以析出鹽 30 kg，比傳統製鹽法收穫量高。所製出的食鹽，與表層海水所製成者，具有更特別

之美味。產品包括了健康天然鹽、液體鹽、凍乾鹽、日曬鹽等，依日本的定價標準，DSW 製品約為市售品之 2-3 倍，獲利較高。

二、飲料加工

以逆滲透方法脫鹽之純水可直接供作飲用水，亦可添加去鹽之濃縮 DSW 調製成礦物質水。經選別、清洗、乾燥、焙烤、壓碎，再以開水沖泡及無菌充填成之麥茶、烏龍茶等為極受歡迎之傳統飲料，以淡化 DSW 沖泡時風味更佳。一般而言，現代人營養攝取不均衡，人體每日需攝取鎂 300 mg，但由食物中大多數只可獲取鎂 200 mg，鎂會避免糖尿病、維持骨骼之彈力及活絡體內細胞活力，需要尋求額外之補充來源；DSW 含有人體所需之鎂、鈣、鉀、鐵、鋅等礦物質成分 (表 2)，廣泛應用於各種機能性飲料，提供人體必須之無機鹽營養。

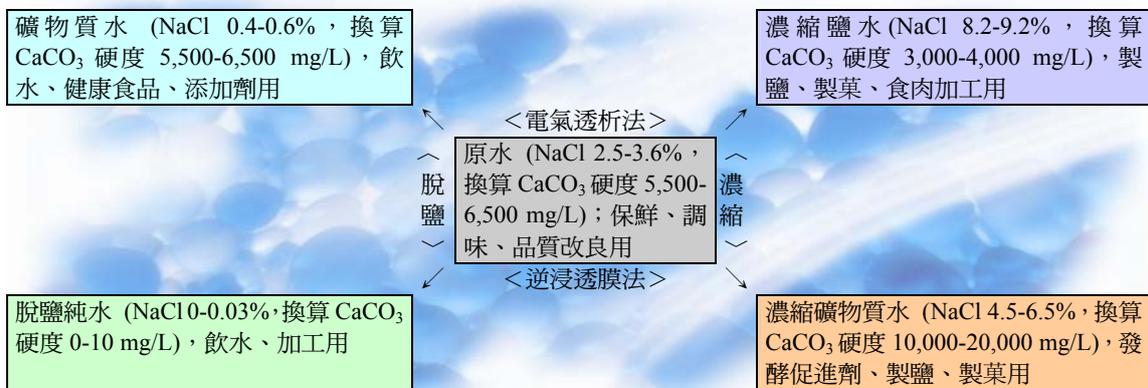


圖 1 DSW 處理水之水質及其在食品上之用途

表 2 海洋深層水所含無機鹽及其功能

成分 (含量)	深層水	河川水	功能
Mg (mg/L)	1326	4	維持骨骼之彈力及調整細胞。
Ca (mg/L)	426	2	造骨、造齒、神經肌肉活動、血液凝固等。
Na (mg/L)	11050	9	存在於體液、與神經、促進肌肉細胞活動有關。
K (mg/L)	419	2	保持肌肉、神經機能之正常，荷爾蒙分泌。
Fe (μg/L)	0.2	670	存在於血色素、氧氣之運搬，促進細胞之呼吸。
Zn (μg/L)	0.6	10	體內多數酵素之構成成分、人體味覺之影響因子。
Se (μg/L)	0.18	0.09	維生素 E 與硒共同防止抗氧化物質之老化。

高知 DSW 研究所谷口所長強調：「由於海域持續遭受污染，表層水之三鹵甲烷 (trichloromethane)、三丁基錫 (Tributyltin, TBT)、環境賀爾蒙等令人擔憂，但 DSW 並未遭受到這些污染」。以 DSW 製造之飲用、加味水或沖調飲料，衛生品質狀況均優於美、日及我國公告之飲用水衛生標準。

三、製造保鮮冰改進漁獲鮮度

漁獲物到市場銷售，要經過運輸、拍賣、零售等過程，漁民必須保持漁獲物良好鮮度，才能售出較高的價格。DSW 應用於漁獲物的處理原理是利用 DSW 水質的純淨性，除可直接於港口洗滌漁獲物，保持其新鮮度，以便於處理及運輸外，DSW 可直接凝結成冰塊，其保溫、延緩融化速度均比傳統冰塊為佳，顯示對魚類具有良好的保鮮功效 (Kawasaki 和 Kuyou, 1998)。

利用 DSW 製成冰塊 (凝固點約-1~-3°C) 較淡水冰 (凝固點在 0°C)，具有較長期間的低溫維持效果。深層水冰與淡水冰溫度保持效果比較如表 3 所示，冰藏溫度設為-2°C 時，淡水冰能維持 0.45 小時，加入 3.6% 深層水製成的冰可長達 2.50 小時，8.5% 深層水冰則可維持 2.20 小時。溫度設定越低，DSW 濃度越高，越有長時間維持的效果。例如 8.5% DSW 冰在-8°C 的保溫能力明顯超越 3.6% DSW 冰及淡水冰。漁獲物常用的溫度在-1.5~1.5°C，利用 DSW 冰的保藏效果較佳。

表 3 不同成分冰塊之保溫時間比較

溫度 (°C)	維持時間/h		
	淡水	3.6%深層水	8.5%深層水
0	2.60	2.70	2.40
-2	0.45	2.50	2.20
-4	0.41	1.63	1.90
-6	0.40	1.20	1.65
-8	0.37	0.94	1.48

日本專利 JP2002-136279

沖繩縣海洋深層水開發協會以 DSW 冰保存比目魚，結果顯示，無論在頭部、腹部或尾部之鮮度都比使用淡水冰者為佳。利用 DSW 製成之冰塊保藏鯉魚，維持了血合肉更佳之色澤 (圖 2)。位於靜岡縣之伊豆急物產，將烏魚子原料去血後，浸置於 DSW 水中，再行傳統魚子加工製成之烏魚子，可保持良好之金黃色澤及風味 (圖 3)。

四、加工食品

醃漬食品為極普遍之市售產品，藉由食鹽達成防腐、保鮮的功能，唯市售食鹽以表層海水為原料，經濃縮與純化製成，礦物質在製程中明顯減少；利用 DSW 潔淨、豐富礦物質與營養鹽之特性，直接使用於食品醃漬，可節省食鹽添加量、賦予醃漬食品更佳之風味與營養，達到降低成本與創造產品附加價值之目的。至於濃縮液可直接應用於需



圖 2 DSW 冰保藏鯉魚之血合肉色澤較佳 (資料來源 www.lizard.co.jp/deep-sea/katuo.html)



圖 3 經 DSW 處理之加工烏魚子有較佳之外觀 (資料來源 www.shizushin.com/feature/sinsousui/20040327105018.htm)

鹽水處理的各類食品，如豆腐、牛奶布丁、納豆、水煮商品、曬乾品、生魚片、油炸肉丸子、鹹餅乾、壽司、甜不辣、蒟蒻、佐料用湯汁、涼粉、麵湯、蕨類餅、烏龍麵、羊羹、餅乾、拉麵、發芽玄米、海苔、洋菜凍、西點、鹽飴、鹹蛋、鹹魚乾等，藉以改進產品的物理特性及口味。

利用海洋深層水富營養性、多元化礦物質及潔淨等特性，促進食品發酵時品質的穩定性，廣泛地用於各種發酵產品，如麵包、酒類、味噌、醬油等；日本著名的「朝日」啤酒，於富山市利用 DSW 浸泡、蒸煮酒麴原料，再進行發酵處理，因產品品質優良而深受飲者喜愛，年產值高達 1,500 億日幣（約 12 億美元）以上（吳銘志，2004），成為該市貢獻最大的產業。在沖繩、高知縣製造之日本酒、醬油等，亦促進了當地的經濟，這些產品表現了 DSW 的“甘美”味道（Hisatake, 1997）。

五、生產優質食用海藻及作為保健食品原料

DSW 豐富的營養鹽可促進海藻和微細藻的生長，日本高知縣用來生產可食用昆布和冷水性的海藻。抽取 DSW 養殖的昆布與北海道自然棲地所產者之品質並無差異（Yamaguchi et al., 1994）。另，在美國僅微細藻類的年值約達 185 百萬美元，年成長率約 8%（Richard Henderson, 2003）。以 DSW 培養之微細海藻所養殖之魚、介類，其肉色及外殼呈現鮮紅色澤，提升了產品的附加價值。海藻含有蛋白質、脂肪、醣類、纖維、碳水化合物及礦物質等多種有益人體的營養成分，同時還可作為保健、生機食品及含有抗菌、抗真菌、抗病毒、抗腫瘤及抗核輻射的生理活性物質。至目前為止，有多達百種以上以海藻為主要原料而產製的維生素及保健

產品。

展望

在我國 DSW 應用於食品之前景樂觀，傳統醃漬、發酵品種類多而且深受歡迎，以往多賴食鹽醃製，以達長期保存的目的，發酵品對人體健康有益，像發酵大豆的異黃酮，容易消化也可改善更年期女性體質，減少服用過多女性荷爾蒙。加上 DSW 廣泛的應用於各項食品產業，前景相當樂觀，不過 DSW 也有用水成本偏高、排放水造成土壤鹹化及排放水域富營養化等問題待克服；如何開發低成本取水系統及妥善處理排放水，仍待進一步之努力。

目前台東海洋生技園區、花蓮台肥公司之 DSW 專區、南澳海洋生技園區，尚在規劃階段，與美、日比較，起步似乎較慢，不過正確汲取良質 DSW 及妥善的應用規劃，才能獲致較高之利潤。基於成本及市場接受性之考量，食品方面之開發，初期宜以高經濟價值的相關產品為主軸，業者引進國外技術，生產礦泉水、飲茶、鹽糖等商品，獲得寶貴的生產及行銷經驗，不過，此等商品今後仍需加強檢驗，透過品質認證藉以與傳統商品區分，才能強調品質屬性，建立良好產銷秩序，維持合理價位及利潤。

即將興建之台東水產種原庫，業已於建設地點附近之海域，進行深度、底質及水質的調查及分析，建立地理水文資料，供為正確研判取水點及水源應用之參考。本所最近不斷藉由研討會充實最新資訊，其中提及除種原所需之用水外，亦擬撥出部分原水供非種原領域應用，相信必能提供種原庫及相關產業最佳原水，並在最短的時間發揮最高的效益。