

# 韓國海洋深層水產業概況及發展趨勢

張楨驩

1. 水利署第一河川局副局長
2. 臺灣深層海水資源利用學會第二屆理事

2017 年 3 月應韓國海洋深層水協會內之會員海鋼工業吳社長邀請，前往韓國參加 1 天半的小型觀摩研討會。地點在江原道高城縣。這個地區為韓國深層海水科技研究的發源地。韓國深層海水產業起步為 2005 年，由政府韓國海洋科學高等科技研究院成立海洋深層水研究中心(如圖一)。由海洋科學，海洋工程，食品工程，機械工程專業人士組成研究團隊。這說明了深層海水是綜合性質的研究，他們引導韓國深海海域的研究和科技商業化。



圖一、韓國深層海水科技研究中心

Hyun-Ju Kim 先生是負責水質分析的研究員，Moon Duk-soo 先生描繪了在東海深海中的水質與海床特徵，他們是建立中心基礎的人。由於中心的研究得以向學術界報告“深層海水資源”確實存在。韓國東海地區的調查結果，韓國東海(日本海)擁有  $3 \times 10^{19}$  Ton 是一個無限量的清潔水資源，因此，韓國東海岸出現了新的海水資源產業。他們認為，作為海洋縮影的韓國東海吸引了韓國學

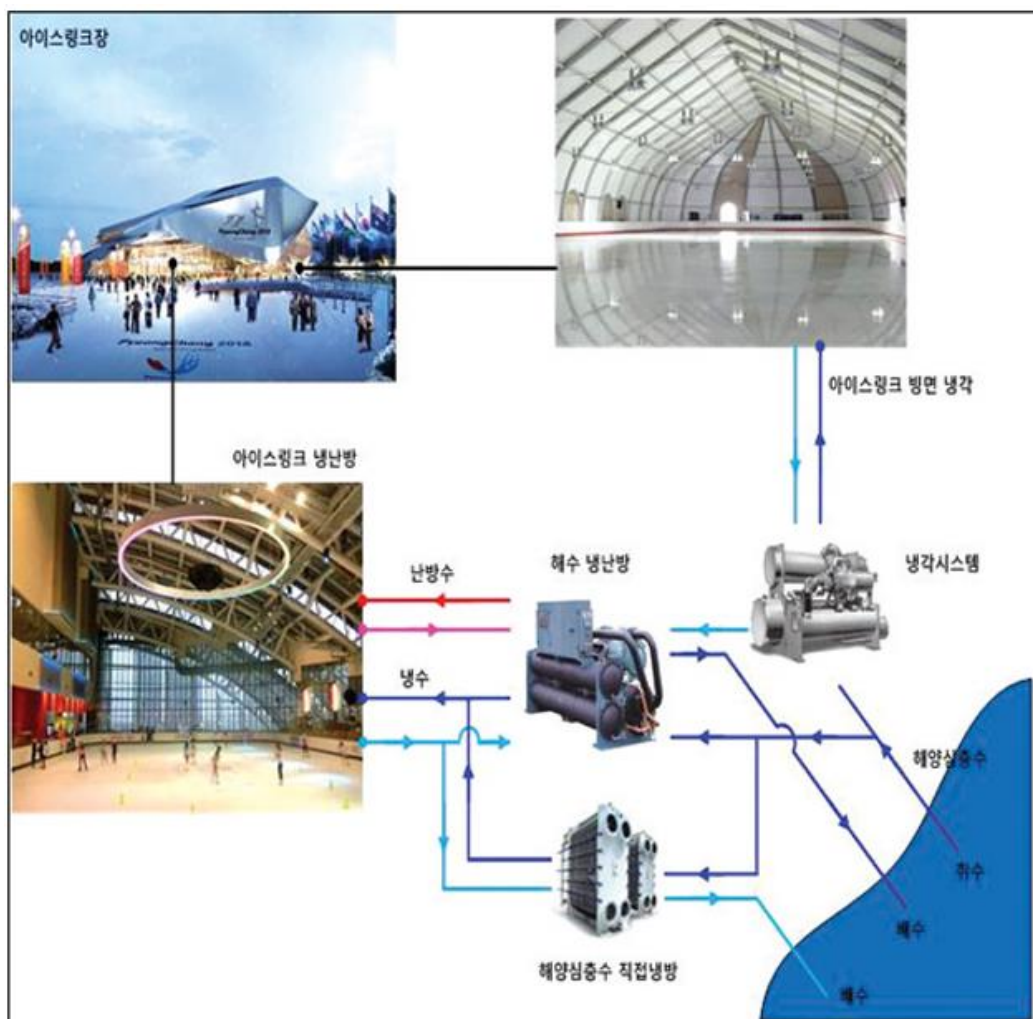
者和世界一流的海洋學家的關注，但對於研究韓國東海的工程師和海上漁民來說，這是一個粗暴而危險的海。施工及海上作業都極危險。

2005 年開始中心與八家韓國公司（Aekyung, Hyundai Pharm 等）合作開展深層海產品開發研究，確定了工業深層海水作為各種工業產品原料的可能性。但是，隨著研究基地的建立和研究成果的卓越，開始出現了諸如“海底岩石”、“海洋碎片”等噱頭性質深層海水產品的社會問題。因此，中心認為有必要制定深層海水產業永續發展的立法。通過與有關組織和專家的聯合研究，「國土交通海事部」於 2008 年頒布了韓國的「深層海水產業發展條例」，將該產業納入法律控管與協助發展。這一點台灣沒有做到，以致逐漸落後。目前，只有依照該條例授權機構認證的深層海水產品才可以附加和銷售認證標章，從而阻止同類型仿深層海水產品的生產。深層海水研究中心由「國土交通海事部」指定為深層海水品質檢驗認證機構，提供深層海水產品可靠性認證。深水研究中心自二〇〇五年成立以來，共有八間公司或組織獲准開發深層海水資源。大多數公司專注於深層海水飲料生產，一些公司使用濃縮水作為食品添加劑。基於製造業的需要，中心一直在穩步開展海水淡化膜的研發，已經開發了能夠滲透海水成分的某些特定離子成分的 RO-NF 複合膜（逆滲透奈米濾膜）。將有幾個研究結果商業化，為技術開發和商品化奠定了基礎。

另一主題為，當今世界各地的海洋正在遭受水溫升高的危害。韓國東海也不例外，長期以來，已知有性別鮑魚類的受精卵已經消失了。從這個角度來看，深層海水可用於培養和培育各種必須使用清潔水源和低溫的魚類。中心與安山自然資源研究所合作，對海水養殖魚類進行研究，成功開發了冷水域養殖技術。另一方面，東海的珊瑚礁白化現象被認為是漁業資源枯竭的重要原因之一。從深層海水研究中心採集的深層海水被應用於各種目的的使用後尾水排入附近的岩石區域。因為這些尾水含有高營養成分，所以可以做為海藻肥料來促進生長。根據觀察結果，發現實驗區海藻的產量比對照區高出約 30%。如果今後將這些研究成果應用，擴展到生產區域並使深層海水的生產力提升，預計會產生固定二氧化碳的效應。

自 2010 年起，研究中心開始研究深層海水利用低溫利用於溫差發電，將其用作為冷能源。評估了 50 kW 總功率的封閉式海洋熱能轉換（OTEC）系統的循環性能，以獲得使用太陽能等餘熱，

發電廠冷凝器排放熱量的 OTEC 優化設計的基本數據。另外，用於每年維持水溫低於 2°C 的深層海水通過熱交換器直接冷卻應用於建築物。該中心正在開發新型材料熱交換器，環保高效製冷劑，開發串聯式熱泵，用於海洋深層水研究中心大樓 60RT (約 600 坪) 冷氣和加熱設施的實驗。使用深層海水作為 1000RT 級電廠空調的經濟可行性證明是非常好。技術開發完成後，韓國計劃向江陵郡綠色示範城市擴建 1000RT 海水冷卻暖氣設施。海水溫差發電是通過使用具有低蒸發點的冷媒，重複使用地表水或發電廠熱排水以汽化循環來驅動渦輪發電機原理，用深層海水做冷卻劑。開發高效渦輪發電機，開發環保新材料製冷劑，循環改進研究。除此之外，該中心還透過對大型進水管設計研究，開發海水資源基礎設施研究，大容量進水設計技術和近海式差壓發電機組設計技術等等。如下圖示意。



韓國目前取水管及計畫中取水管分佈如圖二。



圖二、取水管分佈圖

取水設施皆以東海岸為主，甚至於有領土爭議的獨島上也有一處。鬱陵島取水深度達 1013 公尺水溫  $2^{\circ}\text{C}$ ，號稱遠離沿途污水最乾淨水源。在江原道，東部沿海各縣（6）陸續建立海洋深層水開發計畫。2006 年 3 月通過建立合資公司（股）（20%江原道高城郡政府 20%，大橋 50%，日本 KIBI 10%）（2009.4），投資土地廠房設施飲用水生產設備，完成江原道持續投資共有 200 Billions 韓元，它也促進了與當地經濟的活絡。推出海洋療法，通過與旅遊業聯動使用深層海水引進企業和海水設施的健身設施。在高城郡，京東大學努力培養新的材料人才，正在創建海洋深層水和深海漁業農業中心。襄陽郡私人開發商公司 Wonpori 得到「國土交通海事部」2400 噸/日許可證，有自來深層水做為飲用水和化妝品的生產，東海有限公司 3000 噸/日許可證，主要業務領域果脯製作及保存帝王蟹、龍蝦等使用。江陵市正在積極推動私營部門取水每日一萬噸。三陟郡指定近海水域取水量每日 5000

噸。此外，在慶尚北道鬱陵島藍波公司參與完成第二工廠生產飲用水（2009.7）。2016 年產業規模估計有大約 85 Billions 韓元。

韓國研究數據與台灣相似，如下表 1 表 2

表 1:各國深層海水成份比較表

| Division   | Panablu(韓國) |           | 日本高知      |           | 美國夏威夷       |             |
|------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|
|            | 深水          | 地表水       | 深水        | 地表水       | 深水          | 地表水         |
| 溫度 (°C)    | 4.8         | 14.5至23.1 | 8.1~9.8   | 16.1至24.9 | 8.2至10.7    | 24.3至28.0   |
| 鹽度 (‰)     | 34.1        | 32.5~33.0 | 34.3至34.4 | 33.7 34.8 | 34.37到34.29 | 34.33到35.05 |
| 硝酸鹽 (μm)   | 27.6        | 0.1~1.4   | 12.1至26.0 | 0.0~5.4   | 39.3到40.86  | 0.24至0.42   |
| 磷酸鹽 (μm)   | 1.7         | 0.0~0.7   | 1.1至2.0   | 0.0~0.5   | 2.89至3.15   | 0.15~0.19   |
| 矽酸鹽 (μm)   | 92          | 15.3~28.9 | 33.9 56.8 | 1.6~10.1  | 74.5 79.2   | 2.6~3.6     |
| 溶解氧 (mg/L) | 6           | 7.79至8.9  | 4.1至4.8   | 6.4~9.5   | 1.24~1.45   | 6.87至7.28   |
| 攝取水深度 (μm) | 650         |           | 320       |           | 600         |             |

表 2: 鬱陵島深層海水成分分析表

| Health Protection Index     | 鬱陵島深層海水 | Environmental standards based on the Basic Law of Environmental Policy |
|-----------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------|
| Oxygen demand, COD (mg / L) | 0.2     | 小於1.00                                                                 |
| 鉻, Cr (mg / L)              | 0.00021 | 0.05                                                                   |
| 鎳 Ni (mg / L)               | 0.00036 | 0.01                                                                   |
| 銅, Cu (mg / L)              | 0.00026 | 0.02                                                                   |
| 鋅, Zn (mg / L)              | 0.0045  | 0.10或更低                                                                |
| 砷, As (mg / L)              | 0.00004 | 0.05                                                                   |
| 鎘, Cd (mg / L)              | 0.00005 | 0.01                                                                   |
| 鉛, Pb (mg / L)              | 0.00011 | 0.05                                                                   |

在研討會中亦有人注意到台灣在醫藥上的研究，比如提到台灣輔仁大學陳雪娥博士介紹了探索深層海水攝取一段時間後，疲勞症狀大大改善，“她說，礦物質之間的平衡優越，爬坡 10 多公里後有攝入深層海水的人比沒有喝的人肌肉酸痛及疲勞少”，脂肪肝數量少作為案例研究。台灣中國醫藥大學在世界知名雜誌上發表了一篇報告，深層海水有效預防高血壓並預防高脂血症。使用硬度 1400 的水在 3 年的動物和臨床實驗中，高血壓，高脂血症和糖尿病已被證明是有效的。並說這方面研究領先韓國。

韓國所開發的主力產品和台灣差不多(如圖三)，創意與多樣化次於日本但高於台灣。衝勁更是三國之冠。產品行銷手法高強，

使用職業棒球球星或是偶像劇韓星做廣告，產品中有一款汽水頗受歡迎，銷量極佳，值得效法。另外，如泡菜、醬豆腐、冰淇淋、深海鹽皆受歡迎。近年來透過樂天等商社積極拓展中國市場。



圖三、韓國所開發的主力產品

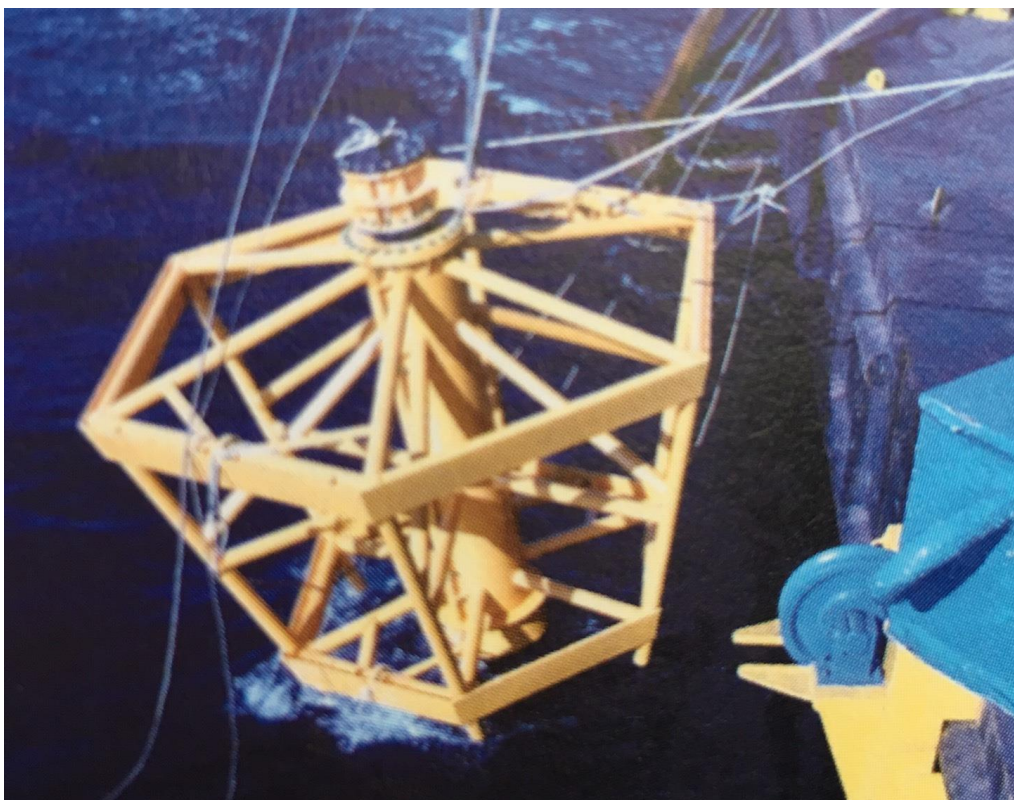
海事工程在 KT submarine 帶導下有長足進步。韓國 KT 集團擁有”響應者”(多功能海上支援船 6300 噸)(圖四)，能夠進行海底管道安裝，海底救援和海底電纜安裝等各種工程，圖五為海底佈管車(圖五)。與日本清水建設合作完成五處佈管，都使用鎧裝管及六角取水頭，如圖六)，到目前為止無損壞停水記錄。



圖四、多功能海上支援船



圖五、海底佈管車



圖六、鎧裝管及六角取水頭

在韓國，他們將在 2024 年之前將深層海水開發成價值約 1.5 萬億韓元的產業，通過政策和財政支持創造約 1.5 萬人的新就業機會，江原道將建成 100 個深層海水公司。其策略如表 3

表 3:推動策略構想

| 推動策略：PROGRESS |                           |                       |
|---------------|---------------------------|-----------------------|
| P             | Productivity              | ■達成高附加價值化             |
|               | (提升生產力)                   |                       |
| R             | Regulatory reform         | ■發掘及改善限制競爭的管制         |
|               | (鬆綁管制)                    |                       |
| O             | Openness                  | ■引進及發展先進的know-how     |
|               | (開放)                      |                       |
| G             | Global standard           | ■塑造先進國家水準之產業基礎        |
|               | (世界的水準)                   |                       |
| R             | Rivalry                   | ■強化銷售業體質              |
|               | (競爭)                      |                       |
| E             | Environmental improvement | ■縮小與產業發展之差距，塑造友善的經營環境 |
|               | (改善經營環境)                  |                       |
| S             | Specialization            | ■提升產業製造效率             |
|               | (專業化)                     |                       |
| S             | Scale economy             | ■提高收益及降低成本            |
|               | (規模經濟)                    |                       |