

出國報告（出國類別：開會）

參加日本深層海水研討會與參訪取水設施 出國報告書

服務機關：國家海洋研究院

姓名職稱：沈康寧研究員、余采倫助理研究員

派赴國家/地區：日本 / 富山、新瀉、靜岡

出國期間：112年10月16日至10月22日

報告日期：112年11月16日

摘要

深層海水產業屬新興水資源產業，臺灣東部海岸地理是世界上少數具有取水條件之區域，離岸不遠就有深達 1,000 公尺以上的海底地形，極具發展「深層海水產業」潛力。日本發展深層海水已逾 30 年，設約有 15 支管線，年產值高達百億。本次參與日本「海洋深層水利用學會」之「海洋深層水 2023 佐渡大會」，了解日韓深層海水研究成果技術及趨勢；並實地參訪入善町、滑川、佐渡、駿河灣之深層水分水設施，及入善牡蠣工廠與滑川螢光魷博物館。日本從製備到鋪設取水管均有成熟的經驗與先進的海事工程技術，海水去鹽技術也相當完善；同時對每個取水地點基礎研究紮實，也持續進行對管線的監測與深海生物的調查與監控。日本經驗可供我國發展及應用深層水參考採用。

關鍵詞：深層水、分水設施、海事工程、管線監測

備註：本報告內容涉及日本研討會簡報資料，無法採適當方式(如遮蔽、刪除等)處理，故以「限閱」方式辦理。

目錄

參加日本深層海水研討會與參訪取水設施	i
摘要	i
目錄	iii
一、 前言	1
(一) 緣起目的	1
(二) 出國行程	1
二、 參訪研習過程	3
(一) 參訪入善町深層水利用設施與牡蠣工廠	3
(二) 參訪滑川深層水利用設施與螢光魷博物館	11
(三) 參加 2023 年日本深層海水研討會	16
(四) 參訪佐渡深層水分水設施	37
(五) 參訪駿河灣深層水利用設施	45
三、 心得及建議	50
四、 參考文獻	52

圖目錄

圖1-1 東京高輪車站-燒津車站新幹線風景	2
圖2-1 富山灣水塊構造	3
圖2-2 入善深層海水分水設施全景	7
圖2-3 入善深層海水儲水槽	7
圖2-4 入善深層海水分水設施外部管線	7
圖2-5 入善深層海水分水設施送水設備	7
圖2-6 入善深層海水人員介紹管線設施	8
圖2-7 入善深層海水去鹽分水桶槽	8
圖2-8 入善深層海水小口分水管線	8
圖2-9 入善深層海水展示取水管	8
圖2-10 入善深層海水展示與體驗區	8
圖2-11 入善深層海水產品展示	8
圖2-12 入善深層海水人員合照	8
圖2-13 本案人員採集入善深層水	8
圖2-14 入善深層海水牡蠣餐廳	9
圖2-15 入善深層海水餐廳淨化海鮮產品	9
圖2-16 參訪入善牡蠣工廠內部	9
圖2-17 參訪入善牡蠣工廠內部畜養池	9
圖2-18 參訪入善牡蠣工廠牡蠣畜養淨化	10
圖2-19 牡蠣工廠人員合照	10
圖2-20 滑川深層海水取水處採水	13
圖2-21 滑川深層海水大量取水貨車	13
圖2-22 滑川深層海水簡介	14
圖2-23 滑川深層海水取水管材	14
圖2-24 滑川深層海水佈管船與過程	14
圖2-25 滑川深層海水取水處人員合照	14
圖2-26 滑川螢光魷簡介	15
圖2-27 滑川螢光魷分布圖	15
圖2-28 螢光魷博物館觸摸池	15
圖2-29 滑川深層水管線100~200m水下景況	15

圖2-30 滑川100~200m海中生物	15
圖2-31滑川水深200~300m海中生物	15
圖2-32 2023年日本深層海水研討會會場	16
圖2-33 2023年日本深層海水研討會門口	16
圖2-34 2023年日本深層海水研討會第一場演講簡報	17
圖2-35 2023年日本深層海水研討會第二場演講簡報	18
圖2-36 2023年日本深層海水研討會第三場演講簡報	19
圖2-37 2023年日本深層海水研討會第四場演講簡報	20
圖2-38 2023年日本深層海水研討會第五場演講簡報	21
圖2-39 2023年日本深層海水研討會第六場演講簡報	22
圖2-40 2023年日本深層海水研討會第七場演講簡報	23
圖2-41 2023年日本深層海水研討會第八場演講簡報	24
圖2-42 2023年日本深層海水研討會第九場演講簡報	25
圖2-43 2023年日本深層海水研討會第十場演講簡報	26
圖2-44 2023年日本深層海水研討會第十一場演講簡報	27
圖2-45 2023年日本深層海水研討會第十二場演講簡報	28
圖2-46 2023年日本深層海水研討會第十三場演講簡報	29
圖2-47 2023年日本深層海水研討會第十四場演講簡報	30
圖2-48 2023年日本深層海水研討會第十五場演講簡報	31
圖2-49 2023年日本深層海水研討會第十七場演講簡報	33
圖2-50 2023年日本深層海水研討會第十八場演講簡報	34
圖2-51 2023年日本深層海水研討會第十九場演講簡報	35
圖2-52 2023年日本深層海水研討會第二十場演講簡報	36
圖2-53 佐渡深層海水滲透膜設備介紹	42
圖2-54 佐渡深層海水電透析設備說明	42
圖2-55 佐渡深層海水滲透膜設備監測器	42
圖2-56 佐渡深層海水電透析設備監測器	42
圖2-57 佐渡深層水製水桶槽	42
圖2-58 佐渡深層水製水桶槽水位顯示	42
圖2-59 佐渡深層水RO淡水槽滅菌裝置	43
圖2-60 佐渡深層水ED脫鹽水槽滅菌裝置	43

圖2-61 佐渡深層水畜養設施	43
圖2-62 佐渡深層水畜養池	43
圖2-63 佐渡深層水畜養海膽	43
圖2-64 佐渡深層海水養殖海藻	43
圖2-65 佐渡深層水戶外畜養海帶	44
圖2-66 佐渡深層海水畜養蟹類	44
圖2-67 佐渡深層水製造工廠進入前說明與清潔	44
圖2-68 佐渡深層水製造工廠RO淡水與ED脫鹽水等桶槽	44
圖2-69 佐渡深層水製造工廠充填區	44
圖2-70 佐渡深層水製造工廠產品存放區	44
圖2-71 駿河灣水塊構造	45
圖2-72 駿河灣深層海水介紹	47
圖2-73 駿河灣魚類介紹	47
圖2-74 深海鯊魚水族館展示	47
圖2-75 深海大王具足蟲展示	47
圖2-76 深海魚蝦蟹標本展示	48
圖2-77 駿河灣漁海況水溫展示	48
圖2-78 駿河灣深層水儲水槽	48
圖2-79 駿河灣深層水分水設備	48
圖2-80 駿河灣深層水小量取水管線	48
圖2-81 駿河灣深層水中量取水管線	48
圖2-82 駿河灣深層水大量取水管線	48
圖2-83 駿河灣深層水利用排名	48
圖2-84 駿河灣深層水歷年研究成果集	49
圖2-85 駿河灣深層水人員合照	49
圖3-1 日本製備入善取水管線	50
圖3-2 日本製作取水管線後耐壓測試	50
圖3-3 日本人善取水管線鋪設船	50
圖3-4 日本鋪設入善取水管線海上作業	50
圖3-5 日本深層海水晚宴活動與韓國學者交流	51
圖3-6 日本深層海水晚宴活動與日本學者交流	51

表目錄

表1-1 行程表與概要	1
表2-1 入善深層海水的基本特性	4
表2-2 入善深層海水取水設施概要	4
表2-3 入善深層海水利用現況	4
表2-4 入善深層海水分水設備概要	5
表2-5 入善深層海水供水價格 (收費單位：日圓/次)	6
表2-6 入善深層海水利用設施營業內容	6
表2-7 滑川深層海水的基本特性	11
表2-8 滑川深層海水利用設施概要	11
表2-9 滑川深層海水分水設施提供之5種水	12
表2-10 滑川深層海水供水價格 (收費單位：日圓/次)	12
表2-11 佐渡深層海水的基本特性	37
表2-12 佐渡深層海水取水設施概要	38
表2-13 佐渡深層海水利用現況	38
表2-14 佐渡深層海水利用設施概要	39
表2-15 佐渡深層海水種類	39
表2-16 佐渡深層海水供水價格 (收費單位：日圓/次)	40
表2-17 佐渡深層海水利用設施營業內容	41
表2-18 駿河灣深層海水的基本特性	46
表2-19 駿河灣深層海水及加工水	46
表2-20 駿河灣深層海水供水價格 (收費單位：日圓/次)	46

一、前言

(一) 緣起目的

為辦理深層海水基礎研究及技術研發發展規劃，擬至日本參加深層海水研討會與參訪新潟縣、富山縣與靜岡縣之取水設施，其重要性與必要性分別表述如下：

1. 重要性：日本發展深層海水已逾30年，設有15支管線，年產值高達百億，透過本次2023年日本深層水研討會研發成果與實際應用的經驗分享交流，了解國際間深層海水研究成果、技術及趨勢，提供國內未來技術研發發展規劃及應用發展。
2. 必要性：為辦理國內深層海水基礎研究與技術研發發展規劃，需實地了解日本實際運用與營運狀況，以利後續推展臺灣深層海水基礎研究與技術研發方向之基石。

(二) 出國行程

本次參訪期間為112年10月16日至10月22日，其行程表與概要如表1-1。

表1-1 行程表與概要

日期	行程	
10月16日 (一)	桃園-日本富山 夜宿富山	09:35-13:40 桃園-日本富山空港(飛機) 13:40-15:00 出關 15:45-16:18 富山空港-富山(機場交通車) 16:18-17:00 富山-旅館 17:00~ 晚餐、休息
10月17日 (二)	入善町 入善町深層水分水設施 夜宿富山	08:00-09:00 富山-入善町(鐵路) 09:00-09:30 入善町火車站-入善深層水分水設施(步行) 09:30-12:00 參訪入善深層水分水設施 12:00-13:30 深層海水餐廳 13:30-15:00 參訪牡蠣工廠 15:00-15:30 入善町-滑川(鐵路) 15:30-16:30 滑川探路 16:30-17:00 滑川-富山(鐵路) 17:00~ 晚餐、休息
10月18日 (三)	滑川 滑川市深層水分水設施 夜宿佐渡島	08:00-08:30 富山-滑川(鐵路) 08:30-09:00 滑川火車站-螢光魷博物館(步行) 09:00-10:00 參訪螢光魷博物館 10:00-11:00 參訪滑川深層水分水設施 11:00-12:22 滑川-富山(鐵路) 12:22-15:10 富山-新潟車站(新幹線) 15:10-15:25 新潟車站-新潟港(計程車)

		15:30-16:30 新潟港-佐渡島(渡輪) 16:50-17:20 佐渡島渡輪口-旅館(公車) 17:20~ 晚餐、休息
10月19日 (四)	佐渡 2023年日本深層水研討會 夜宿佐渡島	09:00-12:00 研究報告 12:00-13:00 午餐 13:00-14:30 研究報告 14:30-17:00 專題研討會 18:00-20:00 晚宴 20:00~ 休息
10月20日 (五)	佐渡 2023年日本深層水研討會 佐渡深層水分水設施 夜宿東京	09:00-11:50 研究報告 11:50-12:20 午餐 12:20-15:00 參訪佐渡深層水分水設施 15:30-16:30 佐渡島-新潟港(渡輪) 16:30-17:20 新潟港-新潟車站(公車) 17:20-18:20 晚餐 18:20-21:00 新潟車站-東京高輪車站 21:00~ 休息
10月21日 (六)	靜岡駿河灣 駿河灣深層水分水設施 夜宿東京	07:10-08:30 東京高輪車站-燒津車站(新幹線) 08:30-09:00 燒津車站-駿河灣深層水分水設施(步行) 09:00-12:00 參訪駿河灣深層水分水設施 12:00-12:30 駿河灣深層水分水設施-燒津車站(步行) 12:30-13:00 燒津車站-靜岡車站(新幹線) 13:00-14:00 午餐 14:00-15:00 靜岡車站-東京高輪車站 15:00~ 休息
10月22日 (日)	賦歸	09:06-10:09 東京高輪車站-成田機場(新幹線) 10:09-13:15 出關 13:15-16:15 成田機場-高雄小港機場



圖1-1 東京高輪車站-燒津車站新幹線風景

二、參訪研習過程

(一) 參訪入善町深層水利用設施與牡蠣工廠

1. 參訪時間：2023年10月17日
2. 參訪地點：富山縣入善町市
3. 入善深層海水簡介

富山灣的海水分為三層，上層為鹽度較低的「沿岸表層水」，其次是位於深度200至300公尺的「對馬暖流水」，最後是深度300公尺以下低溫的日本海固有水，即被稱為「入善深層海水」（圖2-1）。入善町深層水取水深度為384公尺，與富山灣表層海水相比，入善町深層水溫度較低、硝酸鹽氮濃度較高、無一般生菌（表2-1）。入善町深層水每日取水量2400m³，使用鐵絲鎧裝硬質聚乙烯管，其使用之進水管內徑250毫米，總長3,308公尺（表2-2）。入善町深層水非水產利用（720m³/日）於深層海水實驗室、展示體驗水槽、設施內冷氣設備、淡化水、濃縮水製造設備等；水產利用（1680m³/日）於牡蠣的淨化與畜養、鮑魚畜養與其他水產畜養等（表2-3）。入善町深層水主要以逆滲透膜法去鹽分水（表2-4），入善深層海水利用設施營業除了販售層海水原水、濃縮水與淡化水（表2-5），並設置的觀光交流設施，藉以銷售多種入善深層海水的相關商品，也展示介紹體驗入善深層水，承擔著濱海旅遊交流設施的作用（表2-6）。

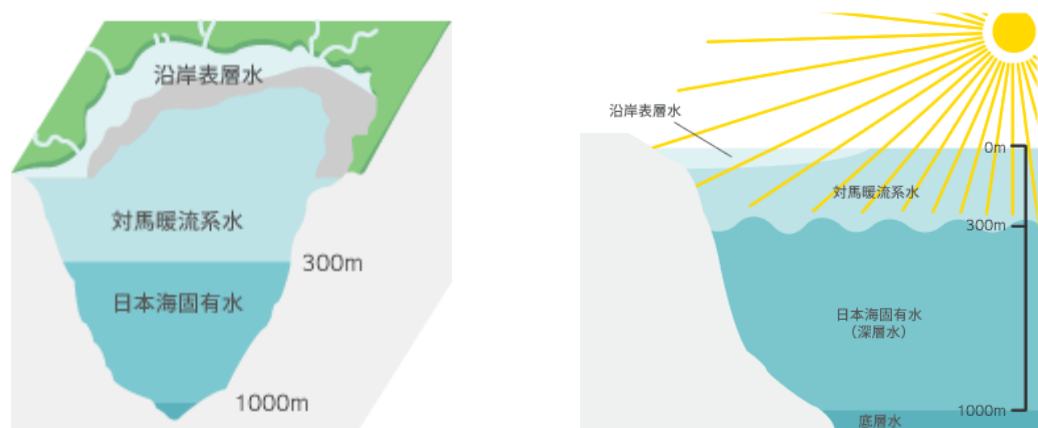


圖2-1 富山灣水塊構造

（圖片來源：滑川深層海水分水設施網站

<https://hotaruikamuseum.com/aquapocket/water>）

表2-1 入善深層海水的基本特性

項目	單位	入善深層海水	富山灣表層海水
水溫	°C	1~2	8~30
鹽分	‰	34.1	33.0~34.0
硝酸鹽氮	mg/L	0.35	0.04
全磷	mg/L	0.055	0.012
鎂	mg/L	1300	1278
鈣	mg/L	390	402
鉀	mg/L	380	356
一般生菌群	個/L	0	10~1000
大腸菌群		陰性	陰性

*本表譯自：富山縣入善町公所網站—入善深層海水特性

https://www.town.nyuzen.toyama.jp/gyosei/kanko_tokusan/tokusan/4/3/1963.html

表2-2 入善深層海水取水設施概要

取水量	100m ³ /h (2400m ³ /日)	
進水深度	水深384m	
進水管	鐵絲鎧裝硬質聚乙烯管，內徑250mm，長度3308m	
取水泵室	建築結構	鋼筋混凝土結構
	建築面積	70.56m ² (地上1層及地下1層，共139.45m ²)
	取水泵	單吸蝸殼泵 (樹脂製) 11kW × 2台
受水槽	FRP方型30m ³ × 2座	

*本表譯自：富山縣入善町公所網站—取水設施

https://www.town.nyuzen.toyama.jp/gyosei/kanko_tokusan/tokusan/4/4/1960.html

表2-3 入善深層海水利用現況

總取水量 2400m ³ /日	非水產利用 720m ³ /日	深層海水活用設施	● 淡化水、濃縮水、電解機能水製造設備。
-------------------------------	-------------------------------	----------	----------------------

			<ul style="list-style-type: none"> ● 深層海水實驗室、展示體驗水槽、設施內冷氣設備。
水產利用 1680m ³ /日	深層海水產品振興設施 960m ³ /日		<ul style="list-style-type: none"> ● 牡蠣的淨化、畜養 ● 鮑魚的畜養 ● 深層海水活用研究
	畜養設施 120m ³ /日		<ul style="list-style-type: none"> ● 牡蠣、鮑魚、比目魚、竹莢魚、鯛魚、鱈魚、蟹、蝦等海鮮穩定出貨。
	漁港設施 600m ³ /日		<ul style="list-style-type: none"> ● 漁船供水用 ● 卸貨清洗水用

*本表譯自：富山縣入善町公所網站—入善深層海水的使用方法

https://www.town.nyuzen.toyama.jp/gyosei/kanko_tokusan/tokusan/4/3/1964.html

表2-4 入善深層海水分水設備概要

占地面積		1940m ²		
建築	構造	鋼架構造平房建築		
	坪數	336m ²		
設備	大容量分水設備	分水能力	500L/min	
	小容量分水設備		10L/min	
	淡化水分水設備		10L/min	
	濃縮水分水設備		10L/min	
	淡化設備(逆滲透膜法)	處理能力	原水500L/h(淡化水：167L/h、濃縮水：333L/h)	
	電解機能水製造設備		原水180L/h(弱酸性水：90L/h、弱鹼性水90L/h)	

*本表譯自：富山縣入善町公所網站—使用設施

https://www.town.nyuzen.toyama.jp/gyosei/kanko_tokusan/tokusan/4/4/1960.html

表2-5 入善深層海水供水價格（收費單位：日圓/次）

大容量分水口						
分類	生水					
	基本費用			超額收費		
	最大1m ³			每1m ³		
當地用戶	500			400		
外地用戶	600			500		
小容量分水口						
分類	生水				淡化水/濃縮水	
	基本費用			超額收費	基本費用	超額收費
	最大10L	最大20L	最大100L	每100L	每10~100L	每100L
當地用戶	100	200		40	100	400
外地用戶	120	240	300	50	120	500

*本表譯自：富山縣入善町公所網站—使用費

https://www.town.nyuzen.toyama.jp/gyosei/kanko_tokusan/tokusan/4/4/1965.html

表2-6 入善深層海水利用設施營業內容

設施	內容
商店	銷售深層水相關商品
展示、體驗區	深層海水多段利用的措施介紹等
分水業務	3種深層水的分水（原水、濃縮水、淡化水）
歡迎空間	運營餐廳、咖啡廳及休息區等，發佈小區旅遊資訊

*本表譯自：入善町觀光物產協會網站—入善深層海水宣傳單頁

<https://www.nyuzen-kanko.jp/pamphlet/>

4. 參訪入善深層海水過程

入善深層海水利用設施分為兩大主體，一為入善深層海水取水設施，另一為入善深層海水展示與商店（圖2-2）。首先，入善導覽人員帶我們參訪入善深層海水取水設施，外部的儲水槽（圖2-3）與管線（圖2-4）乾淨無鏽蝕現象，管線配線分明；內部取水、送水管線與馬達設備在定期保養、更新下設施仍新穎（圖2-5、圖2-6）；入善深層海水利用逆滲透膜法去鹽後，儲存於淡化水與濃縮水桶槽（圖2-7），再給小口分水管線供給當地與外地用戶（圖2-8）。進入入善深層海水展示廳，除了許多介紹入善深層海水海報外，展示取水管鐵絲鎧裝硬質聚乙烯管（圖2-9），並展示入善外海深層海水魚、蝦等，供觀光客觸摸體驗（圖2-10），也介紹入善深層海水產品（圖2-11）。參訪完後，我們在運營商店休息區觀看入善深層海水影品、品嚐入善深層海水之淡化水以及感謝入善深層海水導覽員（圖2-12），也購買採集入善深層海水、淡化水、濃縮水，作分析比對使用（圖2-13）。



圖2-2 入善深層海水分水設施全景



圖2-3 入善深層海水儲水槽



圖2-4 入善深層海水分水設施外部管線

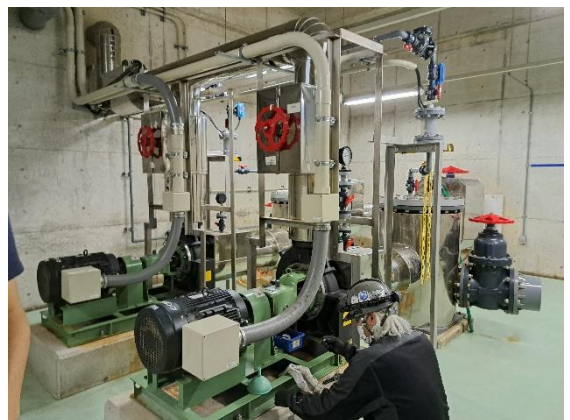


圖2-5 入善深層海水分水設施送水設備



圖2-6 入善深層海水人員介紹管線設施



圖2-7 入善深層海水去鹽分水桶槽



圖2-8 入善深層海水小口分水管線



圖2-9 入善深層海水展示取水管



圖2-10 入善深層海水展示與體驗區



圖2-11 入善深層海水產品展示



圖2-12 入善深層海水人員合照



圖2-13 本案人員採集入善深層水

5. 參訪牡蠣餐廳與工廠過程

牡蠣餐廳是使用從384公尺深處抽取的入善深層水且經過24小時以上培育淨化的牡蠣（圖2-14、圖2-15）。研究發現，用入善潔淨的深層海水淨化從日本各地採集的牡蠣，礦物質含量會增加，並且可以有更長地保鮮時間。入善町是日本帶殼生牡蠣最多的地方，作為牡蠣流通的主要樞紐。牡蠣餐廳的隔壁即是牡蠣工廠（圖2-16），內部畜養日本各地採集的牡蠣（圖2-17、圖2-18），牡蠣每小時吸入和呼出約20公升海水，牡蠣的這項特性與利用海洋深層水培育和淨化牡蠣的好處密切相關。牡蠣經過深層海水24至48小時的清洗淨化後，深層海水牡蠣將作為安全放心的優質產品運往全國各地。參訪完後，感謝牡蠣工廠導覽員致贈國海院小禮物（圖2-19）。



圖2-14 入善深層海水牡蠣餐廳



圖2-15 入善深層海水餐廳淨化海鮮產品



圖2-16 參訪入善牡蠣工廠內部



圖2-17 參訪入善牡蠣工廠內部畜養池



圖2-18 參訪入善牡蠣工廠牡蠣畜養淨化



圖2-19 牡蠣工廠人員合照

(二) 參訪滑川深層水利用設施與螢光魷博物館

1. 參訪時間：2023年10月18日
2. 參訪地點：富山縣滑川市
3. 滑川深層海水簡介

富山灣設有三處深層海水取水設施，其中2處位於滑川市，1處位於入善町。富山灣是日本唯一一個地區擁有三個取水設施，主要原因是富山灣入口處開闊，水很深，懸崖又靠近海岸，因此在建設深水取水設施時，取水管短，降低建設成本。另一個原因是，作為深海研究對象的螢光烏賊、紅雪蟹、蠹魚等很容易取得，因此很容易研究它們與深水的關係。滑川深層海水利用設施是從水下333公尺深處抽出深層海水，且與入善町深層水基本特性相似（表2-7），並利用海水淡化設備處理（表2-8），以提供五種深層海水（表2-9），有趣的是滑川水價與入善町水價相比較貴（表2-10）。滑川深層海水分水設施附近設置螢光魷博物館，部分深層水供給博物館使用。

表2-7 滑川深層海水的基本特性

項目	單位	滑川深層海水
pH		7.4
硝酸鹽氮	mg/L	0.33
鎂	mg/L	1300
鈣	mg/L	410
鉀	mg/L	370
一般生菌群	個/L	0
大腸菌群		陰性

*本表譯自：滑川Wave Park網站—Aqua Pocket水質分析
<https://hotaruikamuseum.com/aquapocket/water>

表2-8 滑川深層海水利用設施概要

建築	建築結構	鋼架構造平房建築
----	------	----------

	占地面積	420m ²	
	建築面積	360m ²	
設備	逆滲透膜裝置	處理能力	原水46m ³ /日(淡化水：7.3m ³ /日、濃縮水：1.2m ³ /日)
	電透析裝置		原水16m ³ /日(礦物質軟化水：2.0m ³ /日、鹽水：5.0m ³ /日)

*本表譯自：滑川Wave Park網站—設備概要
<https://hotaruikamuseum.com/aquapocket/about>

表2-9 滑川深層海水分水設施提供之5種水

原水	總鹽濃度約 3% 的深層海水，從 333m 深度的取水口抽取，適合與鹽一起烹飪，也適合用作沐浴添加劑。
淡化水	採用逆滲透膜法，因此高度潔淨，僅殘留少量深層海水成分，可以飲用，適合泡茶或咖啡。
濃縮水	採用兩級逆滲透膜製程對總鹽濃度約 15% 的深層海水進行高度濃縮，適合家庭製鹽和工業用途。
鹽水	採用電透析法，深層海水含鹽量很高，總鹽濃度約5%，不適合飲用，適用於製鹽和使用鹽的食品等工業領域。
礦物質軟化水	使用電透析法脫鹽的深層海水，保留了鈣、鎂等礦物質成分，飲用時需要稀釋，適用於食品、醫藥等工業領域。

*本表譯自：滑川Wave Park網站—使用者指南
<https://hotaruikamuseum.com/aquapocket/guide>

表2-10 滑川深層海水供水價格 (收費單位：日圓/次)

大容量分水口		
分類	生水	
	基本費用	超額收費
	最大1m ³	每1m ³

當地用戶	510		408			
外地用戶	612		510			
小容量分水口						
分類	生水		淡化水		濃縮水	
	基本費用	超額收費	基本費用	超額收費	基本費用	超額收費
	最大100L	每100L	最大100L	每100L	最大100L	每100L
收費	204	51	102/10L	408	255/10L	1019

*本表譯自：滑川Wave Park網站—基本價格
<https://hotaruikamuseum.com/aquapocket/guide>

4. 參訪滑川深層海水過程

一走進滑川深層水利用設施大門，即可看到忙碌的工作人員在取水處採水（圖2-20），以及當地居民開貨車大量取水（圖2-21），相較於入善町深層水，滑川深層水推廣有成，當地居民利用深層水明顯優於入善町深層水。進入深層海水利用設施招待處，可看到海報介紹滑川深層水（圖2-22）、取水管管材與佈放工程（圖2-23、圖2-24），由此可看出日本海事工程之硬實力。參訪完後，我們在招待所品嚐滑川深層海水之淡化水以及感謝滑川深層海水導覽員（圖2-25）。



圖2-20 滑川深層海水取水處採水



圖2-21 滑川深層海水大量取水貨車



圖2-22 滑川深層海水簡介

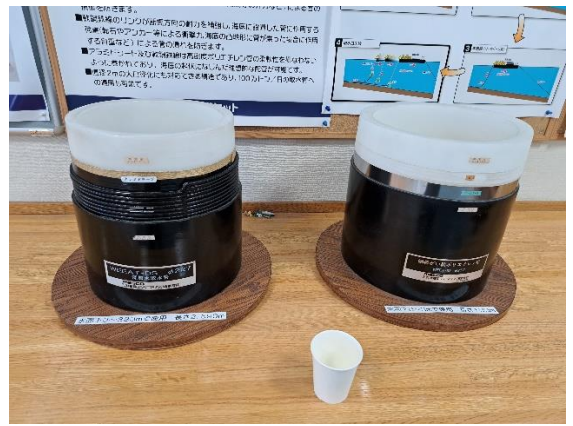


圖2-23 滑川深層海水取水管材



圖2-24 滑川深層海水佈管船與過程



圖2-25 滑川深層海水取水處人員合照

5. 參訪螢光魷博物館過程

螢光魷生活在富山灣，每年3月到5月在富山灣能看到這些螢光魷群，是由於富山灣的臼狀地形和洋流（從臼狀底部向上流動的湧升流）的關係，使魚被推近岸邊。白天生活在深度200m至400m的深海中，晚上則靠近表水面，甚至靠近陸地，產卵和追逐獵物。螢光魷博物館主要展示滑川市特有螢光魷，館內展示滑川螢光魷簡介、螢光魷分布圖、魷種類與捕食等介紹（圖2-26、圖2-27），還有觸摸池（圖2-28），利用滑川深層水養殖著富山灣深海生物，可體驗深海的寒冷也可近距離觸摸。博物館中放映著利用ROV沿著滑川深層水管線不同深度所取得的影像，不但可知滑川深層水管線水下狀況（圖2-29），也可認識滑川深海生物（圖2-30、圖2-31）。

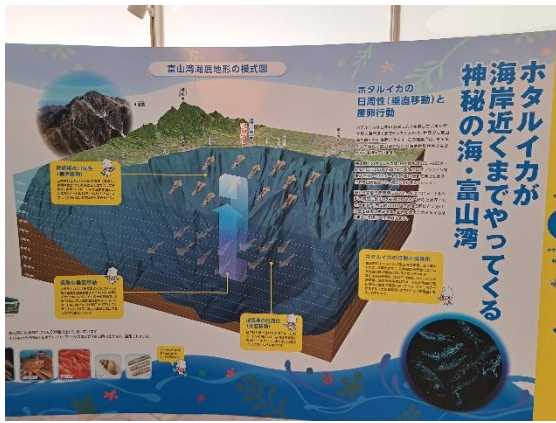


圖2-26 滑川螢光魷簡介

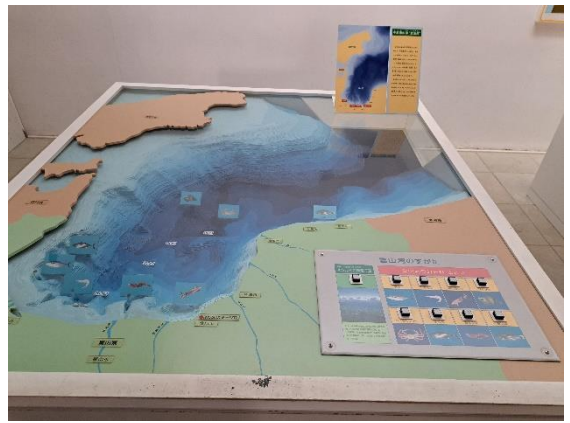


圖2-27 滑川螢光魷分布圖



圖2-28 螢光魷博物館觸摸池

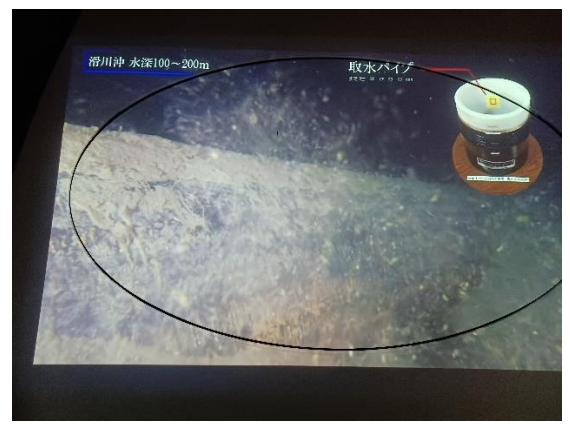


圖2-29 滑川深層水管線100~200m水下景況

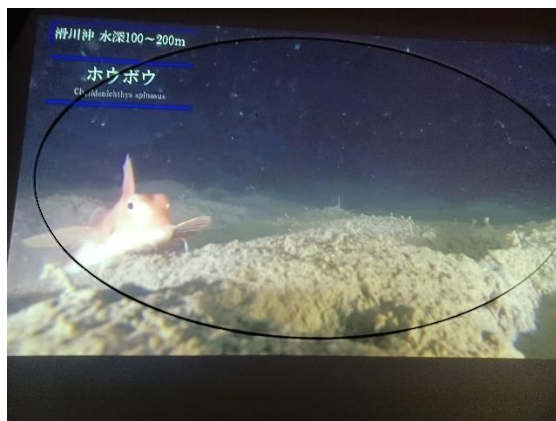


圖2-30 滑川100~200m海中生物

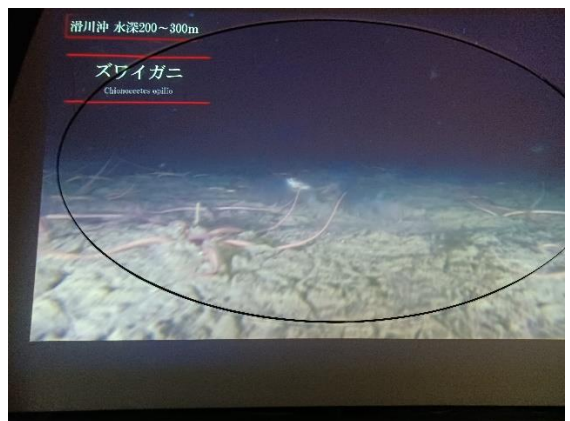


圖2-31 滑川水深200~300m海中生物

(三) 參加2023年日本深層海水研討會

1. 研討會時間：2023年10月19、20日
2. 研討會地點：新瀉縣佐渡市



圖2-32 2023年日本深層海水研討會會場



圖2-33 2023年日本深層海水研討會門口

3. 第一場演講

- (1) 題目：深層海水對於雌馬酚產生菌的生長及雌馬酚生產能力的影響
- (2) 作者：吉金優、日野友嘉、藤川玲菜、松岡桂子、竹内啓晃
- (3) 單位：聖母清心女子大學、國際醫療福祉大學
- (4) 摘要：

近年來，雌馬酚用於促進人體健康作用引起人們的關注。雌馬酚具有與雌激素相似的結構，具有較強的抗氧化作用、緩解更年期症狀、預防骨質疏鬆等雌激素作用。雌馬酚是由大豆異黃酮（一種大豆異黃酮）透過腸道中雌馬酚的細菌代謝產生的。迄今為止，已知大約有 30 種產生雌馬酚的細菌，並且許多人體內都含有其中的一些細菌。

透由調節的深層海水以顯著提高 *S. equolifaciens* 的生長速度和雌馬酚產量，其效果取決於調整後的深層海水的硬度。此外，由於單位濁度計算的雌馬酚量增加，因此每個細菌產生雌馬酚的能力也增強。為了研究調節深層海水中主要礦物質鎂和鈣的影響，我們在用鎂和鈣水溶液製備的培養基中培養 *S. equolifaciens*。研究發現，鎂對 *S. equolifaciens* 生長速度和雌馬酚的產量沒有影響，而鈣的添加增加了 *S. equolifaciens* 的增值率和雌馬酚的產量，其使用與調整後的深層海水的相同鈣濃度，發現 *S. equolifaciens* 的增值率和雌馬酚的產量在鈣水溶液及調整後的深層海水中皆相同。綜上所述，調整後的深層海水具有促進 *S. equolifaciens* 增殖、增加雌馬酚產量的作用。此外，調整後的深層海水中鈣的貢獻也較高。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第1頁）

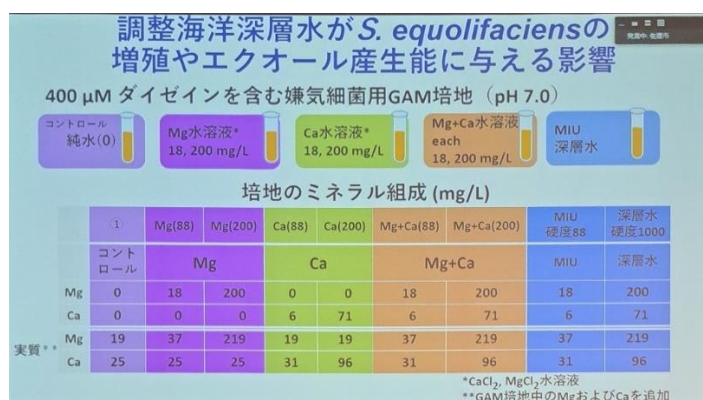


圖2-34 2023年日本深層海水研討會第一場演講簡報

4. 第二場演講

- (1) 題目：農（林）漁業與現代工業
- (2) 作者：熊谷枝折
- (3) 單位：循環社會推廣委員會會員、東北大學產學合作先進材料研究開發中心
- (4) 摘要：

我們目前面臨的最大挑戰之一是可持續的方式生產能源，並在維持社會運轉的同時進行消耗。例如，研究制定利用鎂作為新型能源載體的方案，可以通過利用再生能源或在能源富裕時進行鎂的冶煉，將其用作電池的電極，然後再次從使用後的化合物中進行冶煉，因此，鎂被認為具有實現真正的材料循環的潛力。鎂被視為真正可循環利用的能源載體，透過建構可持續的能源循環系統。鎂的主要來源是海水和地殼表層的碳酸鹽岩中含量豐富。

大氣中的二氧化碳與海水處於平衡關係，其與海水中溶解的鎂一起透過生物活動以碳酸鹽的形式被固定和去除，與大氣、海洋、地殼之間的平衡關係密切，具有不可替代性。因此，需將鎂作為可再生能源以循環社會，如以深層海水副產品鹵水為原料進行冶煉；或利用海洋溫差發電和再生能源電力實施環保鎂冶煉，此外，用過的電池殘渣可以透過返回冶煉過程進行回收；亦或是鎂空氣電池的本地生產和本地使用，可以為偏遠島嶼提供電動車充電以及實現發電基礎設施；亦可促進鎂產業企業和研究機構拓展業務，在區域發展中發揮作用。如果鎂合金能夠作為能源載體，那麼再生能源利用方式的多樣性必將擴大。在我們的專案中，我們不僅會找到鎂，還會找到真正可以循環利用的能源載體，透過建構可持續的能源循環系統。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第2頁）

	リチウムイオン電池		金属空気電池			マグネシウム空気電池
	LiCoO ₂ /C	リチウム空気	アルミ空気	亜鉛空気		
重量エネルギー密度(Wh/kg)	390	3500	4302	1086	3924	
電池電圧 (V)	3.5	2.9	2.7	1.7	1.2	
クランク数	希金属含有 (Co)	0.006	7.56(3位)	0.004	1.93(8位)	
安定性	x	x	○	○	△	
採掘地域	塩湖	塩湖	熱帯雨林地域 精錬に電気エネルギー 多く必要	各地鉱山	各国(海水中) 精錬に電気エネルギー 不必要 →余剰電力利用 除エネルギーで 精錬可能 →循環システム	

圖2-35 2023年日本深層海水研討會第二場演講簡報

5. 第三場演講

- (1) 題目： 深層海水發酵康普茶及其特性
- (2) 作者： 梁太熙、Taehui Yang、Jeong-wook Kim、Hyunjee Lim、Hayeong Kim、Doman Kim
- (3) 單位： 韓國深層海水產業高城振興院、首爾大學
- (4) 摘要：

深層海水是一種具有礦物質豐富、乾淨、溫度低、可持續等特性的水資源。自2000年代以來，美國、日本和臺灣地區開始吸引深層海水作為食品、水產養殖和製藥工業的原料。然而，韓國深層海水產業的銷售仍依賴飲用水。

康普茶是利用糖及細菌、酵母的共生培養物來發酵紅茶製成的飲料之一。康普茶在韓國國內外都很受歡迎。康普茶是秦始皇和好萊塢明星的首選飲料，超市裡都有康普茶專區。在這項研究中，我們研究了使用飲用深層海水和自來水發酵康普茶過程中微生物群落、化學物質和功能特徵的差異。研究結果發現使用深層海水發酵的康普茶中之微生物多樣性（細菌和酵母）均高於自來水。深層海水比自來水更能促進康普茶的發酵，且深層海水發酵的康普茶中兒茶素類、有機酸和多酚等抗氧化相關物質增加。此外，深層海水發酵的康普茶中血糖調節因子（ α -葡萄糖苷酶和腸道麥芽糖酶）的抑制活性高於自來水。透過味覺測試儀的感官評估與分析，確定深層海水的最佳硬度為80。看來深層海水的多種礦物質會刺激康普茶微生物的生長，進而導致第二代謝產物的差異。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第3頁）

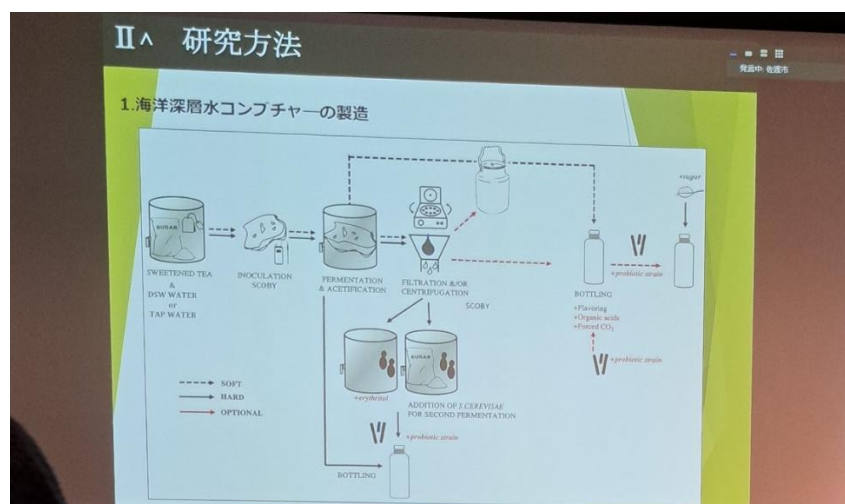


圖2-36 2023年日本深層海水研討會第三場演講簡報

6. 第四場演講

- (1) 題目： 韓國慶尚北道深層海水開發相關調查
- (2) 作者： 金庸桓、朴魯保、魚再善
- (3) 單位： 韓國環東海產研究院、地域公共政策研究院、京東大學
- (4) 摘要：

慶尚北道東海環地區面臨少子化、人口老化、人口減少導致的勞動生產力下降的問題，面臨培育和創造新成長產業的壓力。尤其正在轉向利用深層海水的基於人工智慧/資訊通訊技術的智慧水產養殖（陸地和海水養殖）。迄今為止，慶尚北道的深層海水開發僅限於鬱陵郡（鬱陵島），目前已將三個地點指定為取水區。但鬱陵郡是一個遠離陸地的偏遠島嶼，在振興物流及相關產業方面處於劣勢。慶尚北道於2008年制定了「慶尚北道深層海水開發可行性研究和基本計劃」，其目標是在2007年頒布《深層海水法》後促進利用深層海水的產業。十年後的2018年，《遠洋漁業振興基礎研究》提出了遠洋漁業政策的基本方向。2022年，慶尚北道議會制定了《深層海水新興產業發展基本計畫》，並在此基礎上開展了《深層海水開發適宜性研究》。透過作為研究核心的智慧水產養殖的可行性，政策方向將轉向以東海地區（蔚珍郡、盈德郡、浦市、慶州-鬱陵郡市）開始發展。透過對深海取水區的調查發現，取水距離與取水管設備密切相關，距離越短，初期投資的經濟負擔越小，也更有利於後續管理。韓國最長取水距離為17.5公里，最短取水距離慶尚北道1.7公里蔚珍至盈德沿岸，淺層起伏的厚浦沿岸東西長1~16公里，南北長85公里。厚浦內海深度不足300m，但符合深層海水標準。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第4頁）



圖2-37 2023年日本深層海水研討會第四場演講簡報

7. 第五場演講

- (1) 題目： 海洋矽藻產生的脂質的研究
- (2) 作者： 鈴木大進、川北浩久、山口晴生、秋田夢奈美、堀田敏弘、河野敏夫
- (3) 單位： 高知縣產業技術中心、高知大學農林海洋科學系、高知縣深層海水研究所
- (4) 摘要：

矽藻是一種單細胞微藻，廣泛存在於淡水和海水中。近年來，人們開始關注生物物種的高生長潛力和豐富的代謝物等特性，並對其作為有用成分的提取來源以及飼料和生物製品的生產進行了研究。利用大量生物合成的脂質來獲取能量。目前正在進行的這項研究，重點關注已經商業化的矽藻的攝食性能，我們研究了使用深層海水大規模種植矽藻並比較了產生的脂質。我們也研究了缺氮條件下的培養，有望提高脂質生產率，並分析了培養方法對脂質含量和脂肪酸組成的影響。培養實驗中使用高知大學農林海洋科學學院提供的2個矽藻菌株（*Chietoceros*）（指定為2-6菌株，URNISN菌株）。接下來，我們研究了在缺氮條件下的大規模培養，這是一種誘導許多藻類累積石油的條件。2-6菌株在f/2培養基中生長，並根據深層海水調整氮含量（①固定的濃度條件，②僅氮源限制為固定濃度的1/5的條件，③正常直到發生一定程度的生長為止。藻類生長後調整氮濃度並添加調整為氮源的相同培養基的條件）與大規模培養實驗相同，在25°C的恆定螢光燈照射下使藻類增殖直至生長飽和，培養期間的生長速度以及培養結束時的藻類重量、脂質含量和脂質組成對文化進行了分析。培養的結果是，在三種條件下藻類的生長沒有觀察到重大差異，這表明2-6菌株即使在氮限制條件下也能充分生長。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第5頁）

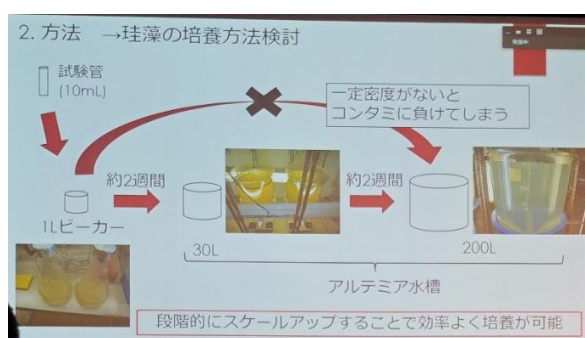


圖2-38 2023年日本深層海水研討會第五場演講簡報

8. 第六場演講

- (1) 題目：石蓴的種苗生產及培養試驗
- (2) 作者：鹿熊信一郎
- (3) 單位：佐賀大學海洋能源研究所
- (4) 摘要：

深層海水的營養鹽濃度很高，硝酸鹽和磷的濃度比表層水高出數十倍。高濃度的營養素有利於海藻養殖，但對造礁珊瑚有負面影響。為了在沖繩等深層海水與表層水溫差較大的熱帶珊瑚礁地區發展海洋熱發電，需要採取某種營養對策。培育昂貴的海藻是從深層海水中回收營養的有效方法。因此，我們致力於開發一種技術，將海洋熱力發電產生的廢水量多個階段用於陸地上養殖昂貴且快速生長的瀘魚，並回收廢水中所含的營養物質。

這種高成長率被認為與久米島的光環境和後天基因變化有關。經過反覆育苗而獲得的四國產蘇椒海苔第5代，並繼承了高成長率。

(摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第6頁)

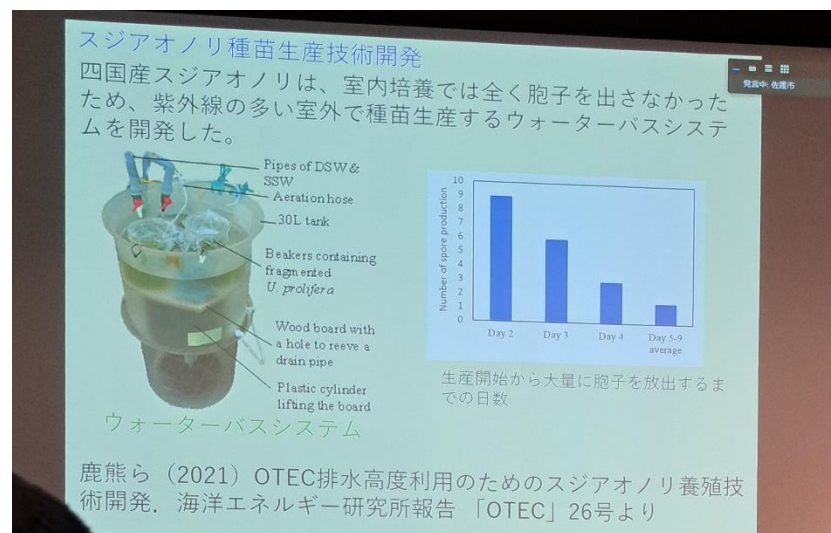


圖2-39 2023年日本深層海水研討會第六場演講簡報

9. 第七場演講

- (1) 題目：UVA照射誘導正常人類纖維母細胞內質網壓力凋亡及添加深層海水的影響
- (2) 作者：柴田雄次、山田勝久
- (3) 單位：日本DHC股份有限公司
- (4) 摘要：

許多臨床證據顯示飲用深層海水可以改善各種疾病症狀，少有通報提及其作用機制。有研究表明，內質網壓力是多種疾病的根源，當環境壓力下，內質網中缺陷蛋白產生、積累時，就會發生內質網應激，並激活解決這種應激的反應（不完全摺疊蛋白反應），應激誘導細胞凋亡。本研究對培養的細胞施加環境應激，研究從內質網應激誘導到凋亡誘導的途徑，並了解深層海水添加對此途徑的影響。正常人皮膚纖維母細胞的UVA照射顯著（ $p < 0.05$ ）增加了*CHOP*及其下游*GADD34*的表現，*CHOP*是內質網壓力誘導至細胞凋亡誘導路徑中的上游標記基因。此外，內質網壓力誘導細胞凋亡的標記基因*CASP3*、*4*和*9*的表現顯著增加（ $p < 0.05$ ）。UVA照射不僅改變凋亡相關基因的表現，而且顯著（ $p < 0.05$ ）增加了執行因子*CASP3*的活性。添加深層海水和表層水可以抑制與UVA照射相關的*CASP3*活性增強。深層海水效果顯著高於表層水（ $p < 0.05$ ），細胞鈣化受到抑制。我們發現UVA照射會誘導正常人皮膚纖維母細胞內質網壓力並誘導細胞凋亡。在該通路中，雖然尚未證實深層海水對內質網壓力的誘導具有直接作用，但已證實其抑制*CASP3*活性及其誘導的鈣化，這些發現表明深層海水對細胞凋亡的抑制表現出控制作用。今後將計劃詳細研究深層海水在內質網壓力誘導至細胞凋亡誘導路徑中的作用，闡明深層海水的作用機制，同時研究活性物質的闡明。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第7頁）

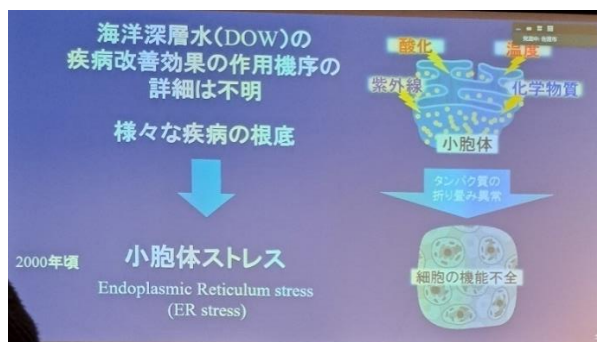


圖2-40 2023年日本深層海水研討會第七場演講簡報

10. 第八場演講

- (1) 題目：日本國際協力機構將深層海水利用（久賀島模式）擴展到開發中國家
- (2) 作者：坂本圭子、佐藤哲、久下勝也、田中啓生
- (3) 單位：日本國際協力機構社會基礎設施部
- (4) 摘要：

自 2013 年以來，佐賀大學海洋能源研究所一直在沖繩縣久米島牽頭實施為期 10 年的 100kW 海洋熱能轉換（Ocean Thermal Energy Conversion, OTEC）示範計畫。久米島不僅發電，還擁有利用深層海水（清潔度、低溫穩定性、營養價值）的複雜產業（蝦、牡蠣、海葡萄養殖、微藻和葉菜養殖、化妝品製造等）。創造了140人的就業機會（島上人口7000人），實現年銷售額25億日圓。在產業振興方面，民間企業與佐賀大學、久米島町合作，透過產官學合作擴大業務。國際協力機構的SATREPS（應對全球議題的國際科學技術合作計畫）計畫正致力於在馬來西亞引進並社會實施H-OTEC（包括海水淡化的混合方法）。久米島已從示範階段進入商業階段，三井航運公司的目標是在 2026 年實現 1MW 的商業化。

島國的大部分電力供應依賴柴油發電，但由於COVID-19的影響和烏克蘭的入侵導致燃料價格飆升，電力供應受到影響，空氣費仍然很高，影響人們的生活。儘管該地區容易受到氣候變遷的影響，但在太陽能 and 風能等可再生能源方面取得進展，這些能源受天氣影響且無法手動控制。隨著再生能源比例的增加，由於需應對高峰需求容量和穩定系統的調節容量（蓄電池和抽水蓄能）及備用電源，用於應對長期惡劣天氣等資源，使發電成本增加。為實現碳中和的關鍵是引入一種便宜、不排放CO₂、可指揮供電的負載電源。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第8頁）

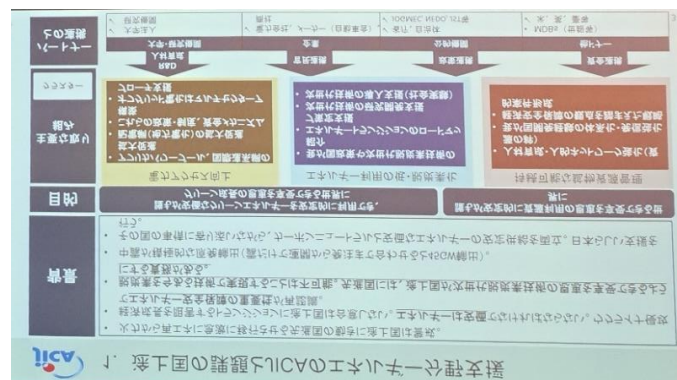


圖2-41 2023年日本深層海水研討會第八場演講簡報

11. 第九場演講

- (1) 題目： 不同海水養殖的紫菜胺基酸含量比較
- (2) 作者： 秋田夢奈美、阿部祐子、竹田匠輝、堀田敏弘、岡本佳乃、河野敏夫
- (3) 單位： 高知縣深層海水研究所、高知縣產業技術中心
- (4) 摘要：

高知縣深層海水研究所自成立以來，持續研究多種藻類的陸上養殖，累積深層海水養殖技術。深層海水具有表層水所不具備的各種特性，去年我們報告過，透過深層海水養殖可以提高綠藻的生長速度和有用成分。條斑紫菜 (*Porphyra yezoensis*) 是一種大型紅藻，是目前日本栽培最多的海藻種類。近年來，該物種在主要產區的產量一直在下降，主要原因被認為是海水溫度上升和養殖區養分濃度下降。利用常年保持低溫、富含無機營養的深層海水陸上養殖不僅有助於解決這些問題，而且還可以實現該物種的全年養殖，從而能有望提高產量。迄今為止，利用深層海水養殖研究該物種的案例很少，並與地表水養殖進行了比較。然而，我們只能確認成長量的基本差異。在本研究中，我們在深層海水和表層水中養殖該物種，透過比較組織形態和胺基酸含量，旨在為深層海水陸生養殖方法的發展獲得基礎知識。

深層海水水培養的紫菜顏色比地表水培養的紫菜顏色更深，組織觀察發現深層海水培養的細胞間隙較小。此外，當比較生海藻和板海藻兩個測試組的胺基酸含量時，無論樣品形式如何，深層海水中生長的海藻與味道相關的胺基酸含量都高出2至5倍。這些結果表明，深層海水中豐富的無機營養物質促進了該物種藻類內的胺基酸合成（氮同化）。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第9頁）



圖2-42 2023年日本深層海水研討會第九場演講簡報

12. 第十場演講

- (1) 題目： 源自深層海水的釀酒酵母SCAK-1的壓力反應特性
- (2) 作者： 山田勝久、柴田雄次
- (3) 單位： 日本DHC股份有限公司
- (4) 摘要：

釀酒酵母是一種有用的微生物，被用來製作麵包、葡萄酒、啤酒等，豐富人類的飲食。近年來，人們正在考慮在新領域應用，如研究利用未使用的資源生產生物乙醇。釀酒酵母在發酵目標材料時會受到各種脅迫，了解對這些脅迫的反應特性對於工業應用是有用的。在本研究中，我們研究了SCAK-1對從伊豆赤澤深層海水（靜岡縣伊東市，取水深度800m）分離的芽殖酵母菌株SCAK-1（以下簡稱SCAK-1）對各種細菌的影響。工業使用過程中施加的應力本研究的目的是檢查響應性的特徵。此外，由於分離的菌株失去了同化麥芽糖的能力，而麥芽糖對於啤酒和不加糖麵包的生產很重要，因此我們也對其恢復進行了研究。

SCAK-1 的特徵是比參考株更小，幾乎呈現球形。在分離株SCAK-1中未觀察到參考菌株產生鹼性磷酸酶、胱胺酸烯丙醯胺酶和「 β -葡萄糖苷酶」。儘管參考菌株的代謝能力因溫度、酒精和氧化三種壓力負荷而降低，但SCAK-1的代謝能力得以維持。這表明SCAK-1比參考菌株對這些壓力的敏感性更具應變性。SCAK-1失去的同化麥芽糖的能力透過GR的釋放得以恢復。研究顯示，透過與參考菌株的比較，揭示了 SCAK-1 的各種特徵，例如形狀、產酶、抗逆性和麥芽糖同化能力的喪失。表達 SCAK-1 特徵的特徵這種特性的獲得或喪失似乎是在適應深層海水域棲息地的過程中發生的。性狀變化的原因和機制尚不清楚，但SCAK-1作為芽殖酵母的特性尚不清楚。其中，預計將考慮在各個工業領域進行應用。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第10頁）



圖2-43 2023年日本深層海水研討會第十場演講簡報

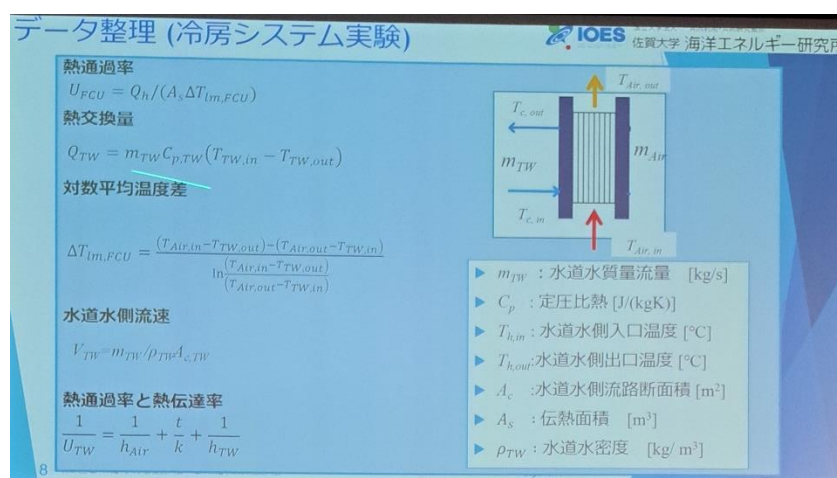
13. 第十一場演講

- (1) 題目：深層海水用於空調系統熱交換器的熱傳導性能
- (2) 作者：有馬博史、井田悠生、松田昇一
- (3) 單位：佐賀大學海洋能源研究所、佐賀大學研究所、琉球大學
- (4) 摘要：

人們認為，利用海洋熱力發電廢水的深層海水梯級系統將逐步在多個行業中利用海水，包括漁業、農業、海水淡化以及在食品和化妝品中使用其成分。一個例子是利用海水冷熱的空調。利用海水的空調系統稱為SWAC（Sea Water Air Conditioning）。SWAC由兩種類型的熱交換器和海水和工作流體（通常是自來水）的循環系統組成。海水與工作流體之間的熱交換器包括板式熱交換器和管式熱交換器，而工作流體與空氣之間的熱交換器包括空氣處理機組和風機盤管等空調設備。在本研究中，我們利用結合板式熱交換器和風機盤管的冷卻系統中的傳熱性能評估了板式熱交換器性能對風機盤管冷卻性能的影響。

板式熱交換器板片數為5片時，風機盤管自來水側與空氣側進出口溫度所得到的對數平均溫差 ΔT_m 風機盤管相對於傳熱率 $U_{\text{板式熱交換器}}$ 的變化。板式熱交換器傳熱速率的增加會增加對數平均溫差。由於風機盤管中氣流速度的增加，對數平均溫差也增加。由研究證實板式熱交換器的傳熱速率與風機盤管對數平均溫差之間的關係。另外，根據對數平均溫差飽和時的傳熱率求最佳條件。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第11頁）



14. 第十二場演講

- (1) 題目： 海洋熱力發電的潛力（熱力學）
- (2) 作者： 安永健、森崎敬史、池上康之
- (3) 單位： 佐賀大學海洋能源研究所
- (4) 摘要：

海洋熱能轉換（Ocean Thermal Energy Conversion, OTEC）是利用海洋表層以及海洋深層之間的溫差來發電。可用溫差約為20~25°C，與現有發電設備相比極為的小。因此，規劃發電量越大，需要增加的海水就越多。在本研究中，我們將省略熱力學的基礎知識，並總結在 OTEC 規劃初期有效的從海水中獲得的有效能量（焓）的計算方法，並簡單計算從海水中獲得的所需海水量、發電量。此外，將不同溫度（水深）的海水從海水泵送到海面或陸地的動力亦不可忽視。而在本研究中，我們概述了 OTEC 的熱力學特性，並提出了一種計算所需海水流量的簡單方法。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第12頁）

2) 熱効率を大きくしてはいけない

熱機関の熱効率 η_{th}

$$\eta_{th} = \frac{W}{Q_{in}}$$

W : 熱機関の仕事
 Q_{in} : 熱機関への投入熱量

↓

OTECの出力が最も高い条件の熱機関の熱効率 $\eta_{th,m}$

$$\eta_{th,m} = 1 - \sqrt{\frac{T_{cs}}{\phi T_{ws}}}$$

T_{cs} : 海洋深層水温度
 T_{ws} : 表層海水温度
 ϕ : 熱機関の不可逆損失 ($T_{cs}/T_{ws} < \phi \leq 1$)

高い熱効率を得る条件で熱バランスの設計を行うと
海水の温度差エネルギーを有効に活用できていない

従来の熱効率は発電システムの性能を表していない

IOES
10

圖2-45 2023年日本深層海水研討會第十二場演講簡報

15. 第十三場演講

- (1) 題目： 從深層海水中分離出放線菌降解石油的烷烴用以提高類胡蘿蔔素的產量
- (2) 作者： 春成圓十郎、五十嵐康弘
- (3) 單位： 富山縣立大學
- (4) 摘要：

放線菌是一種主要生活在土壤中的革蘭氏陽性細菌，在降解生態系統中頑固的有機物方面發揮作用。與常見的球菌和桿菌不同，它具有獨特的生命週期，以類似黴菌的菌絲形式生長，當環境變得不利時，它會形成孢子並進入休眠狀態。放線菌是一類有用的微生物，可以生產包括抗生素在內的多種藥物，但很難獲得可用作候選藥物的新物質。另一方面，最近的基因組資訊分析顯示，每個菌株大約有30個基因組用於產生這些基因，但其中大多數保持休眠狀態，在正常培養條件下不表達。因此，如果能夠激活這些「休眠基因」，就有望獲得許多有用的物質。有些放線菌（包括紅球菌）被稱為石油降解細菌並積極降解烷烴類。根據報告，特別是碳原子數較多的直鏈烷烴，很難移入烷烴中分解。上述休眠基因在進入油中時會發生變化並被激活。在本研究中計劃透過添加石油成分烷烴進行培養來分析產物，目的是透過活化放線菌中的休眠基因來獲得新物質。

目前已證實，隨著石油成分烷烴的添加，類胡蘿蔔素的產量增加。有趣的是，隨著碳鏈變長（10-12-14-16），類胡蘿蔔素的產量也成比例增加。此外，透過添加乙醇和丙酮等有機溶劑，證實了醜化化合物的顯著增加。現有文獻中尚無因向紅球菌添加烷烴而增加類胡蘿蔔素產量或因添加有機溶劑而活化次級代謝的報導。目前，正在進行純化和結構分析，以澄清產量增加的類胡蘿蔔素。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第13頁）

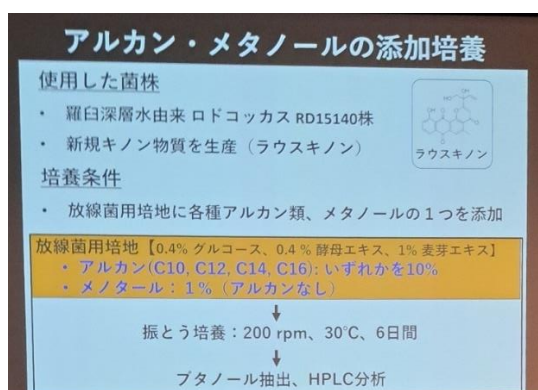


圖2-46 2023年日本深層海水研討會第十三場演講簡報

16. 第十四場演講

- (1) 題目：模里西斯OTEC與深層海水聯合利用的探討
- (2) 作者：岡村盡、細見康仁、松岡哲史、Martin Benjamin、渡邊敬之
- (3) 單位：澤尼希斯股份有限公司、商船三井股份有限公司
- (4) 摘要：

模里西斯制定了2030年將本地再生能源使用率提高到60%的國家目標。另一方面，截至2020年，再生能源比例為24%，主要來自生質能和太陽能發電，未來需要快速引入再生能源。從工業來看，以前的主要產業甘蔗種植業和沿海捕撈業正在衰退，需要新的產業。在此背景下，2022年5月至2023年5月，日本新能源產業技術綜合開發機構有助於脫碳和能源轉型的日本技術國際示範項目/驗證要求遵守情況調查/以低碳社會為目標的海洋恢復，「示範研究」以海洋熱能轉換（OTEC）為核心的深層海水綜合利用，實現可能能源的利用（模里西斯）。

模里西斯的OTEC也具有很高的潛力，規模約為700MW，超過了該國的峰值需求（中央電力局預測2030年的基本情況為606MW）。該國可再生能源的主要來源是生物質能（主要是甘蔗渣，這是一種很好的調節電源，但已經用完，增長空間不大）和太陽能（單項發電成本較低，但隨著比例增加（這在土地使用和系統整合成本方面造成劣勢），並且兩者與面向基地供應的OTEC具有互補關係。此外，我們採訪和會面的區域開發公司都對這項技術表現出了濃厚的興趣，不僅積極引進再生能源，而且尋求永續產業。綜上所述，模里西斯被認為是未來部署該技術極具潛力的地區。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第14頁）

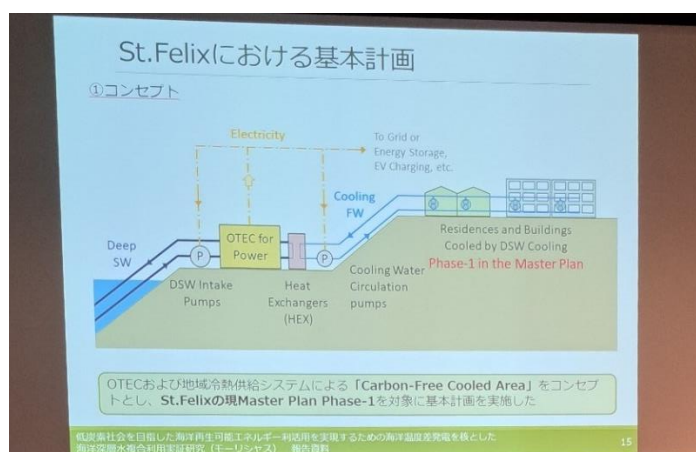


圖2-47 2023年日本深層海水研討會第十四場演講簡報

17. 第十五場演講

- (1) 題目： OTEC排放水抑制珊瑚白化效果的數值模擬
- (2) 作者： 星久保壹盛、多部田茂、水野勝紀
- (3) 單位： 東京大學
- (4) 摘要：

世界各地都有報導珊瑚數量下降，這是一個嚴重的問題，而下降的原因之一是海水溫度上升導致的白化。另一方面，海洋熱能轉換（Ocean Thermal Energy Conversion, OTEC）利用深層海水與表層水的溫差發電，有望作為亞熱帶至熱帶海域的可再生海洋能源。適合OTEC開展的熱帶、亞熱帶地區地表水普遍溫度較高、貧營養，而OTEC排放水則具有深層水的低溫、富營養化、低pH等特性，但富營養化和低 pH 值對於珊瑚來說是特別不利的棲息地，因此亦有人擔心這會改變環境水質並對海洋生態系統產生負面影響；但在另一方面，OTEC排放的水溫較低，可能具有抑制珊瑚白化的效果。在這項研究中，利用數值模擬來預測OTEC排放的水對珊瑚的影響，並研究透過設計排放方法利用水來抑制珊瑚白化的可能性。為了避免OTEC排放水正常排放造成水質突變的影響，在用於發電後將地表水和深層水混合後排出，但如此排放的水比地表水具有更高的營養成分和更低的pH值，這使得對珊瑚不利。

以久米島東北海岸沿線2km×2.5km的區域為目標，模擬了2016年夏季發生大規模白化的情況下OTEC排放水造成的水質變化。研究發現，OTEC發電後，將與深層海水熱交換的地表水排入淺水區，可能有抑制周圍水域珊瑚白化的效果。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第15頁）

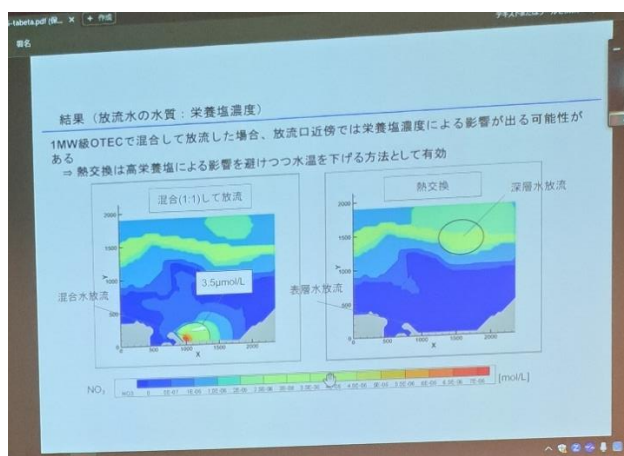


圖2-48 2023年日本深層海水研討會第十五場演講簡報

18. 第十六場演講

- (1) 題目：透光帶下的低溫水塊湧升導致表層水溫度下降的可能性
- (2) 作者：鈴木達雄
- (3) 單位：人工海底山脈研究所
- (4) 摘要：

深層海水是一種潛力無限的資源。傳統上透過海洋天然生物生產獲取動物蛋白的日本，過去30年其沿海捕魚量減少了一半，現在80%的糧種、化肥和農藥依賴進口，這使得日本幾乎自給自足，食物充足，據說比例在10%左右。此外，一旦發生攸關國家存亡的大地震，預計將造成大量傷亡和撤離，同時也產生前所未有的廢棄物量。現代城市地震產生的廢棄物大部分是由混凝土結構拆除產生的，除非被粉碎成小塊，否則無法作為資源使用。日本的河流和沿海海堤在過去50年裡一直被混凝土結構覆蓋，但沒有報告指出藻類和海鮮的安全和保障因此而喪失。海洋中最多葉綠素的深度範圍為20至40公尺深度，葉綠素佔整個海洋初級生產力的10%至40%，與水溫和營養鹽躍層（具有較大葉綠素含量的層）密切相關。迄今為止，人工海底山脈的最大水深為距五島西海岸155公尺，但即使在這個深水區域，營養鹽類也會透過湧升流供給到透光帶，儘管在距離建設海域方圓一海哩的區域被劃為禁漁區，因為漁業資源的增加，漁獲量也顯著的增加。海洋調查、實驗和分析表明，深度約100公尺的海底山脈無法直接向底部附近的最多葉綠素的深度提供養分，並且可以理解內波混合了密度躍層。若在20~40公尺附近建造海底山脈，且其頂部觸及透光層，該結構將干擾躍層的流動，同時海底山脈頂部流速會加快，導致山脈底部富營養化，而水溫低的水團可能被吸上來，直接供給到透光層，導致地表水溫降低。這種作用促進附著藻類的增殖，波浪和海流的作用促進海水交換，改善產卵和育苗的環境，進一步地振興礁石生態系統。海底山脈向底層水提供自然能量，並半永久地將其供應到地表，使魚類、貝類和藻類無須餵食即可增生至環境承載力，在漁港附近形成可持續的良好漁場。人們普遍認為拆除的混凝土結構僅是廢物，並回收製成碎石。我們將透過新標準確保環境安全，將部分材料切割成0.1至數噸的塊狀，並稱其為Citycon。Citycon作為從山上開採的岩石的替代品，將Citycon用於水下山脈及海藻床材料等，透過與專家和國會議員討論，使此想法變現實。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第16頁）

19. 第十七場演講

- (1) 題目： 深層海水中含有的有機成分（犬尿氨酸）可以減輕海洋魚類的壓力
- (2) 作者： 鈴木信雄、五十里雄大、黑田康平、端野開都、渡邊數基、平山順、古澤之裕、田淵圭章、丸山雄介、服部淳彥、豊田賢治、松原創
- (3) 單位： 金澤大學、小松大學、富山縣立大學、富山大學、立教大學
- (4) 摘要：

使用深層海水作為繁殖水是因為它具有促進包括魚類在內的海洋動物生長的作用，但具體機制尚不清楚。在本研究中，我們針對魚類的壓力反應進行實驗。

研究結果表明，當動物在表層海水中飼養時，血液皮質醇水平會增加，但當動物在能登海水深處飼養時，血液皮質醇水平不會增加。研究也發現，只有血液中的鈣濃度下降，而降低鈣濃度的荷爾蒙降鈣素的濃度卻上升。另一方面，對能登深層海水和表層海水的成分進行調查後發現，能登深層海水中特異存在一種吡啶化合物－犬尿氨酸。我們先前已經證明，相同的吡啶化合物褪黑激素可以在規模培養系統（哺乳動物骨模型）中促進成骨細胞活性並刺激降鈣素分泌（J.Pineal Res., 2019），我們假設犬尿氨酸可能促進成骨細胞的分泌降鈣素。犬尿氨酸作用的詳細分析結果發現，犬尿氨酸作用於鱗片中的成骨細胞，促進降鈣素的分泌。研究也發現，當鱒魚在添加了犬尿氨酸的人工海水中飼養時，血液中的皮質醇和鈣濃度會降低，降鈣素濃度會增加。此外，對比目魚大腦的綜合分析表明，降鈣素抑制下丘腦中促腎上腺皮質激素釋放激素和腦下垂體中阿黑皮質素原的表達。

由上可見，能登半島的深層海水中所含的犬尿氨酸作用於鱗片中的成骨細胞，使其分泌降鈣素進入比目魚的血液中，研究發現，降鈣素作用於大腦，抑制促腎上腺皮質激素釋放激素和黑素皮質素的表達。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第17頁）

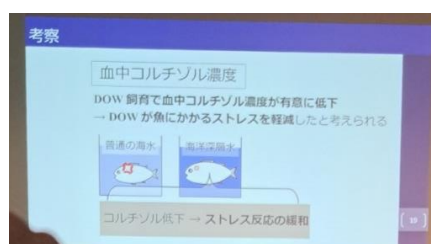


圖2-49 2023年日本深層海水研討會第十七場演講簡報

20. 第十八場演講

- (1) 題目： 海水CO₂濃度指數-深層海水與表層水
- (2) 作者： 佐藤徹
- (3) 單位： 東京大學
- (4) 摘要：

由於洋流和生物活動的影響，二氧化碳濃度不斷變化。因此，我們收集並整理了全球各海域的CO₂濃度資料。由計算式推導出呼吸與光合作用之間的關係，其中 $k=0.768$ 。海水在海面與大氣進行氣體交換，但溶解性無機物（DIC）和溶氧（DO）不一定處於平衡狀態。DIC和DO具有溶解性，且於每個水團來說是恆定的，不受生物活動的影響。此外，碳酸鈣的生成也會影響碳酸根離子的變化。Sunet等人提出溶解性無機物DIC、DO、總鹼度（TA）及溫度（T）間的相關性作為海水CO₂濃度的新指標。而根據 DeGrandpre 等人的研究，pCO₂ 與DO 飽和度具有很強的相關性。

將上述指標應用於 $[DIC-0.5TA+0.83DO]-T$ 時，由數據pCO₂-飽和和溶氧顯示，8個海域的飽和度依水深大致分為兩類，但 $[DIC-0.5TA+0.83DO]-T$ 無論水深如何，都顯示出良好的相關性。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第18頁）

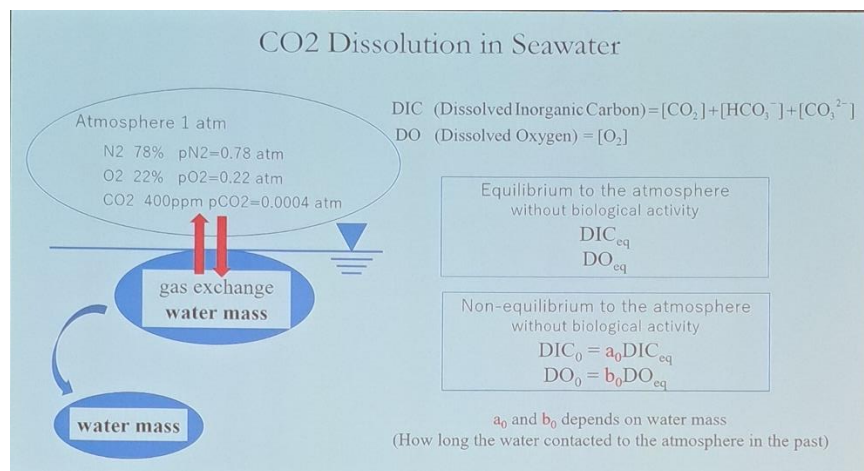


圖2-50 2023年日本深層海水研討會第十八場演講簡報

21. 第十九場演講

- (1) 題目： 從海洋環境中分離的乳酸菌的 α -葡萄糖苷酶抑制活性
- (2) 作者： 今田千秋、若杉準、柴田雄次、山田勝久、春成圓十郎、五十嵐康弘
- (3) 單位： 東京海洋大學、佐賀大學、日本DHC股份有限公司、富山縣立大學
- (4) 摘要：

乳酸菌是一種廣泛用於發酵食品生產的微生物，但主要使用的乳酸菌是陸生乳酸菌。海洋環境在許多方面與陸地不同，如低溫、低營養、高水壓、高鹽度等，生活在那裡的微生物也具有與陸地不同的特性。海洋中也存在乳酸菌，但其數量和種類與陸地上的相比都極少。在本研究中，我們從伊豆赤澤深層海水取水設施（從800 m 深處抽取水）的深層海水（DSW）、海洋表層水、海藻等和發酵食品中收集了分離物。本研究製備了發酵豆奶，並比較了它們的 α -葡萄糖苷酶抑制活性（GIA），以研究海洋乳酸菌的特性。

本研究採用一株因添加Suginori而具有GIA的菌株（從海藻表面分離，命名為KM-2）進行後續實驗。對該菌株的豆漿發酵產物進行HPLC分析結果如圖所示，在未添加Suginori的情況下，檢測到了作為糖苷異黃酮的大豆苷和金雀異黃酮，而添加了Suginori後，所有的糖苷都被分解為苷元形式、大豆苷元和染料木黃酮。GIA 不單獨存在於日本柳杉中。據報導這些異黃酮中存在GIA，因此透過HPLC 分離這兩個峰值並檢查GIA來確認GIA。人們認為GIA的出現是因為真菌產生了 β -葡萄糖苷酶，透過添加Suginori，裂解豆奶中存在的糖苷型異黃酮的糖苷鍵，將其轉化為苷元型。將來，似乎有必要研究這種細菌的 β -葡萄糖苷酶生產力。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第19頁）

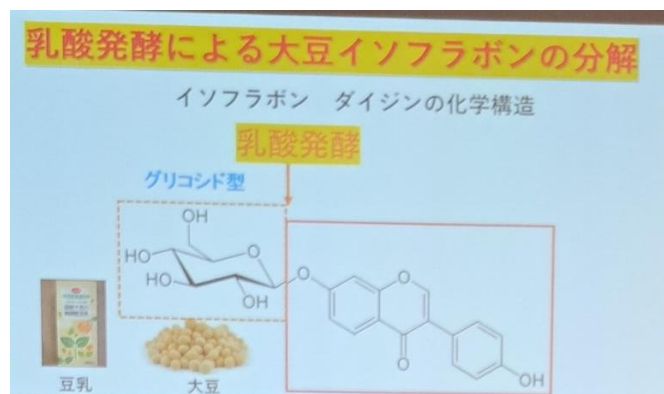


圖2-51 2023年日本深層海水研討會第十九場演講簡報

22. 第二十場演講

- (1) 題目： 使用水光組學分析比較不同深度的深層海水域
- (2) 作者： 長船洋子、Munkan Elena、Roumiana TSENKOVA
- (3) 單位： Dr.Recera股份有限公司、神戶大學農學研究科
- (4) 摘要：

在這項研究中，利用近紅外光譜來研究在沖繩縣久高島海岸外 600m、800m、1000m、1400m 和 1500m 深度處採集的深層海水。連續照射過程中各樣品的溫度上升並穩定。本研究分析溫度穩定時（第10次至第30次連續照射）的光譜。使用從差異光譜、主成分分析 PLSR 和 SIMCA 的結果獲得的水吸收帶，製作了顯示水吸收光譜模式差異的水圖，該水吸收帶顯示了根據深海深度的差異。深層海水根據深度表現出不同的水分子結構模式。800m深度處的質子水合物和水合殼層比600m深度處更多。在1000m深度時，其特徵為物理吸附水，水分子結構具有2~4個氫鍵，水分子結構具有強鍵。1400 m 深度的模式與 1000 m 深度相似，但質子水合物和水合殼層較多。1500 m 深處，原水合物和水合殼豐富，分子結構有1 或 2 個氫鍵，物理吸附水豐富。

（摘自海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號第24卷第1號第20頁）

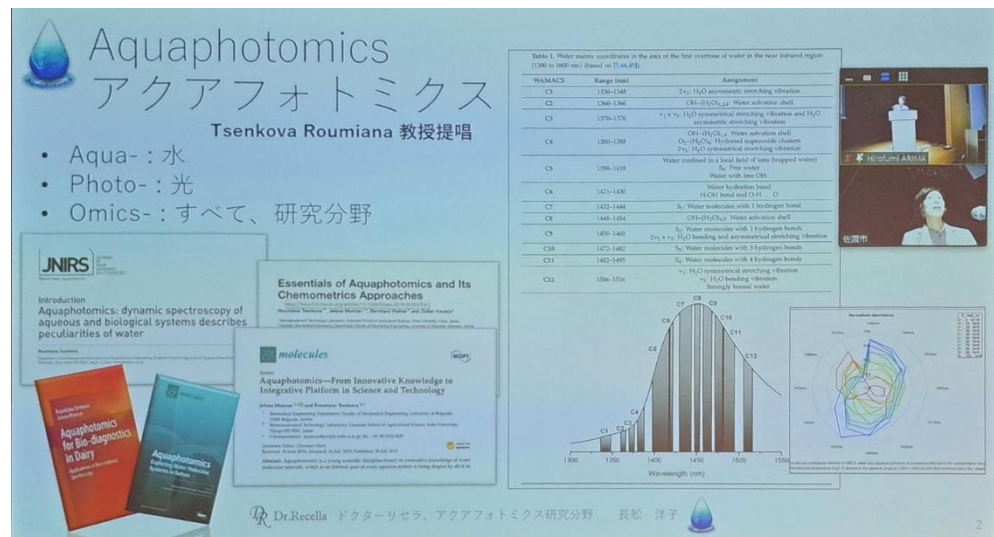


圖2-52 2023年日本深層海水研討會第二十場演講簡報

(四) 參訪佐渡深層水分水設施

1. 參訪時間：2023年10月20日
2. 參訪地點：新瀉縣佐渡市
3. 佐渡深層海水簡介

佐渡沿岸的深層海水極冷，與太平洋一側的深海水相比，佐渡海岸的深海水的特點是全年平均水溫在1°C左右，可以抑制細菌的生長，因此具有優異的淨化性能。佐渡進水管會加隔熱層，冰冷的深層海水被抽上來用於養殖冷水魚類。佐渡深層海水本身是乾淨的，但會對深層海水進行了3次紫外線消毒（原水進行了2次消毒），讓企業和居民可以放心使用。佐渡深層水是從鋪設在332公尺深的海床上的進水管中取水的。取水口設置在海床上方約5公尺處，以防止深海生物吸入。佐渡深層水基本特性為溫度較低、硝酸鹽濃度較高、無一般生菌（表2-11）。佐渡深層水每日取水量1200m³，使用聚乙烯內襯鋼管，其使用之進水管內徑200毫米，總長3,663公尺（表2-12）。佐渡深層水非水產利用（500m³/日）於食品、農業、健康領域、大學、公共研究機構等；水產利用（700m³/日）於矽藻培養與冷水魚研究、保鮮與衛生利用、大閘蟹與鯛魚畜養利用、黑鮑魚種苗生產等（表2-13）。佐渡深層水以逆滲透膜法與電透析法去鹽分水（表2-14），佐渡深層海水販售層海水原水、濃縮水、淡化水、礦物質水與鹽水（表2-15、表2-16），並銷售多種佐渡深層海水的相關商品（表2-17）。

表2-11 佐渡深層海水的基本特性

項目	單位	佐渡深層海水
pH		7.7
鹽分	%	3.3（以味噌湯的鹽濃度約為 1%）
硬度	mg/L	6100
硝酸鹽	mg/L	2.0
鎂	mg/L	1800
鈣	mg/L	640
鉀	mg/L	540
一般生菌群	個/L	0

大腸菌群		陰性
------	--	----

*本表譯自：佐渡深層海水分水設施網站—2023年佐渡深層海水水質分析數據
<https://www.sado-dsw.com/download/index.html>

表2-12 佐渡深層海水取水設施概要

取水量	1200m ³ /日	
進水深度	水深332m	
進水管	海底	聚乙烯內襯鋼管，內徑200mm，長度3663m
	陸上	硬質聚乙烯管，內徑200mm，長度315m
取水泵室	占地面積	99.96m ²
	建築面積	49.98m ²
	構造	鋼筋混凝土結構（地上1層、地下1層）
	取水泵	單吸泵11kW × 2台

*本表譯自：海洋深層水利用學會—佐渡海洋深層水利用設施
<http://dowas.net/facilities/f04.html>

表2-13 佐渡深層海水利用現況

總取水量 1200m ³ /日	非水產利用	多用途的利用	<ul style="list-style-type: none"> ● 食品、農業、健康領域 ● 大學、公共研究機構 	
	500m ³ /日	500 m ³ /日		
	水產利用	實驗、研究利用	49m ³ /日	<ul style="list-style-type: none"> ● 矽藻培養研究 ● 冷水魚研究
		保鮮、衛生利用	11m ³ /日	<ul style="list-style-type: none"> ● 利用海水冰保持新鮮度 ● 衛生管理用水利用
		畜養、養殖利用	160m ³ /日	<ul style="list-style-type: none"> ● 北國赤蝦 ● 大閘蟹、鯛魚
		黑鮑魚種苗生產	480m ³ /日	<ul style="list-style-type: none"> ● 10萬個/年生產 ● 佐渡海域放流

*本表譯自：佐渡市網站—佐渡市報2005年4月號第15頁

表2-14 佐渡深層海水利用設施概要

占地面積		491.5m ²	
建築	構造	鋼架結構兩層建築	
	坪數	366.9m ²	
供水能力	原水	238m ³ /日	
	軟化水	100m ³ /日	
	濃縮水	150m ³ /日	
	礦物質水	10m ³ /日	
	鹽水	2m ³ /日	
設備	大容量分水設備	分水能力	0.4~1m ³ /min
	小容量分水設備		0.1m ³ /min
	逆滲透膜裝置	處理能力	250m ³ /日(淡化水：100m ³ /日、濃縮水：150m ³ /日)
	電透析裝置		12m ³ /日(礦物質水：10m ³ /日、鹽水2m ³ /日)
備註	配有紫外線使用紫外線消毒器進行品質控制		

*本表譯自：海洋深層水利用學會—佐渡海洋深層水利用設施
<http://dowas.net/facilities/f04.html>

表2-15 佐渡深層海水種類

名稱	特性	鹽度 (%)	硬度 (mg/L)	利用案例
原水	將取水的深層海水進行砂過濾，進行紫外線滅菌。	3.3	6100	魚貝類的畜養及養殖、促進海藻類的生長、海水魚的飼養水、含鹽食品(麩包、日式點心等)、醃

					漬、水產加工品等
淡化水	逆滲透膜方式	去除鹽分、礦物質成分後淡化的深層海水。	0.01	31	調理用水（煮飯、茶等）、方便麵、烏龍麵、蕎麥麵等麵條、日本酒、燒酒、啤酒、清涼飲料的製造等
濃縮水		濃縮了鹽分、礦物質成分的深層海水。	5.4	10700	製鹽、乾鹽漬、醃製物、發酵食品（醬油、味噌等）、豆腐等
礦物質水	電氣透析方式	選擇性地除去鹽分（NaCl），留下礦物質成分的深層海水。	0.5	4700	農業利用（草莓、番茄、茄子、木瓜等）、肥料製造、化妝品、洗澡等
鹽水		只濃縮了鹽分的深層海水。	8.5	8600	製鹽、醃製等

*本表彙整摘譯自：佐渡深層海水供水設施網站—佐渡深層海水供水站 及 佐渡海洋深層水的種類
<https://www.sado-dsw.com/station/index.html> 及 <https://www.sado-dsw.com/type/index.html>

表2-16 佐渡深層海水供水價格（收費單位：日圓/次）

大容量分水口(每1m ³)					
分類	原水	淡化水	濃縮水	礦物質水	鹽水
1~4m ³	300	3000	3000	4000	-
4m ³ 以上	200	2000	2000		
40m ³ 以上	100	1000	1000		
小容量分水口(小於1m ³)					
類別	原水	淡化水	濃縮水	礦物質水	鹽水
費用	每100L	每20L			

	100	100	100	300	300
--	-----	-----	-----	-----	-----

*本表譯自：佐渡深層海水分水設施網站—佐渡深層海水價錢
<https://www.sado-dsw.com/station/price.html>

表2-17 佐渡深層海水利用設施營業內容

產品分類	內容
食品	飲用水、釀酒、小魚杏仁、味噌饅頭、麵包、豆腐烏龍麵、豆腐、海鹽等
醫療	寺泊金八之湯、水族營養液
水產	畜養南蠻蝦

*本表摘譯自：佐渡深層海水分水設施網站—佐渡海洋深層水的利用事例
<https://www.sado-dsw.com/item/index.html#Anchor-10235>

4. 參訪佐渡深層海水利用設施過程

研討會與午宴完後，主辦單位進行一系列佐渡深層海水利用設施參訪行程。第一站我們參訪佐渡深層海水分水設施，佐渡深層海水利用逆滲透膜法(RO)與電透析法(ED)製造RO淡水、RO濃縮水、ED脫鹽水與ED濃縮水（圖2-53、圖2-54），製造水的每個產線都有監測其pH、導電度與流量（圖2-55、圖2-56），最後進入桶槽儲存（圖2-57、圖2-58），每個桶槽都有其滅菌裝置（圖2-59、圖2-60），讓企業和居民可以放心使用。第二站我們參訪佐渡深層水畜養設施（圖2-61），導覽人員解說每個蓄養池的利用現況（圖2-62），並如何利用佐渡深層水畜養海膽（圖2-63）、海帶（圖2-64、圖2-65）與蟹類（圖2-66）。最後一站我們參訪佐渡深層水製造工廠，在進入製造工廠前，須帶無塵帽，並用黏貼紙將身上的塵埃去除，換上製造工廠提供脫鞋（圖2-67）。製造工廠是將分水設施的RO淡水與ED脫鹽水進行UV殺菌、調合、加熱、攪拌等過程（圖2-68），最後進行充填（圖2-69），經檢驗合格後，產品才打包出貨（圖2-70）。



圖2-53 佐渡深層海水滲透膜設備介紹



圖2-54 佐渡深層海水電透析設備說明



圖2-55 佐渡深層海水滲透膜設備監測器



圖2-56 佐渡深層海水電透析設備監測器



圖2-57 佐渡深層水製水桶槽



圖2-58 佐渡深層水製水桶槽水位顯示



圖2-59 佐渡深層水RO淡水槽滅菌裝置



圖2-60 佐渡深層水ED脫鹽水槽滅菌裝置



圖2-61 佐渡深層水畜養設施

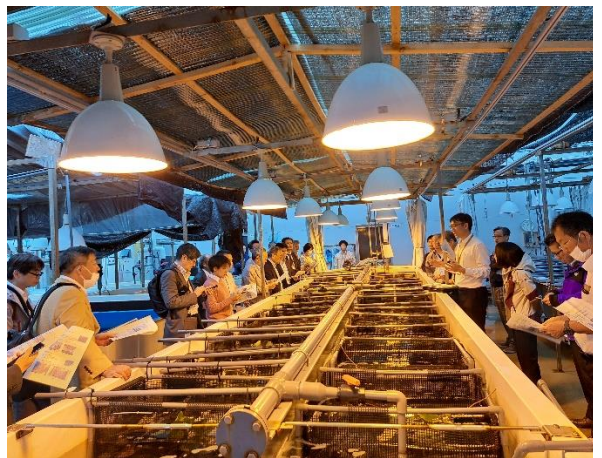


圖2-62 佐渡深層水畜養池



圖2-63 佐渡深層水畜養海膽

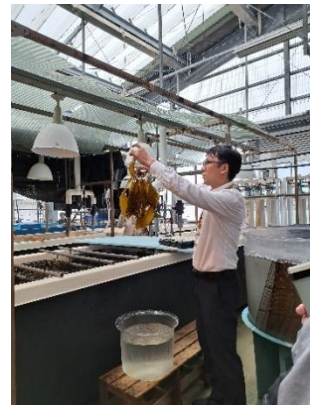


圖2-64 佐渡深層海水養殖海藻



圖2-65 佐渡深層水戶外畜養海帶



圖2-66 佐渡深層海水畜養蟹類



圖2-67 佐渡深層水製造工廠進入前說明與清潔

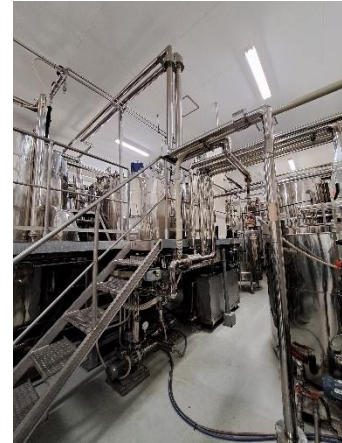


圖2-68 佐渡深層水製造工廠RO淡水與ED脫鹽水等桶槽



圖2-69 佐渡深層水製造工廠充填區

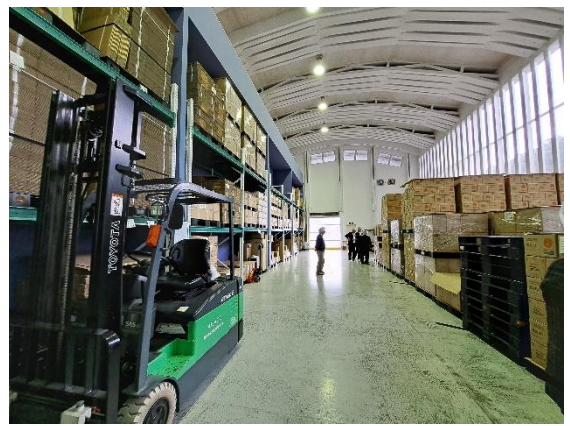


圖2-70 佐渡深層水製造工廠產品存放區

(五) 參訪駿河灣深層水利用設施

1. 參訪時間：2023年10月21日
2. 參訪地點：靜岡縣燒津市
3. 駿河灣深層海水簡介

駿河灣是日本的海灣，最深處達2500公尺。燒津市位於駿河灣西海岸，為日本主要漁港之一。駿河灣有「黑潮深層海水」（200~500公尺）、「亞寒帶深層海水」（500~1,500公尺）和「太平洋深層海水」（1,500公尺以上）三種深層海水（圖2-71）。駿河灣深層水在靜岡縣燒津市汲取黑潮深層海水397m 和 270m。駿河灣深層水基本特性為溫度較低（10~12°C）、硝酸鹽氮濃度高（0.4~0.5mg/L）（表2-18）。駿河灣深層水397m每日取水量2000m³，以此為原料，提供脫鹽淡化、濃縮的兩種加工水。在駿河灣深層水取水供給設施設有小型取水站、小型供水站與大型車輛供水站等銷售供公眾取水利用（表2-19、表2-20）。駿河灣深層海水利用於貨物裝卸區和市場，使用低溫、清潔的深層海水運輸和清洗鮮魚，可以安全地處理海鮮；利用低溫繁殖深海魚類和貝類養殖，並應用於食品加工上。

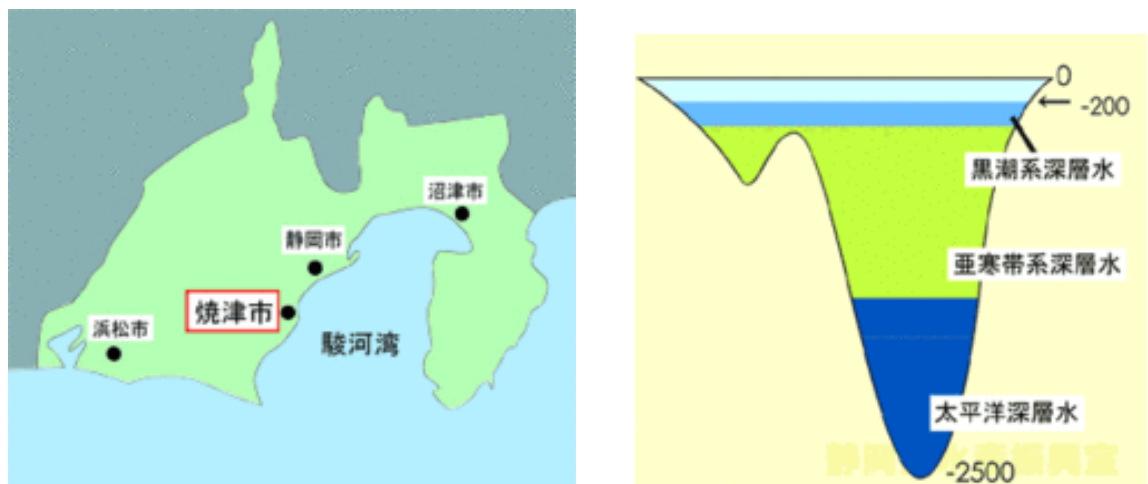


圖2-71 駿河灣水塊構造

（圖片來源：駿河灣深水的有效利用|靜岡縣官方網站 (pref.shizuoka.jp)）

表2-18 駿河灣深層海水的基本特性

項目	單位	深度270m	深度397m
水溫	°C	12.0	11.8
pH		7.9	7.8
硝酸鹽氮	mg/L	0.4	0.5
硬度	mg/L	7000	7000

*本表譯自：駿河灣深層海水專賣店官方網站—駿河灣深層海水水質檢測結果(2019年2月實施)
<https://so-net.wixsite.com/kaiyoushinsosui/blank-1>

表2-19 駿河灣深層海水及加工水

原水	不適合飲用，可用於食品加工，如鹽、醬油、調味料等調味料製造，或海水魚類的飼養水、浴用、活魚運輸、魚市場等
淡化水	適合飲用，可用於泡茶或咖啡等飲用、煮飯、料理、食品加工等
濃縮水	不適合飲用，可用於乾魚和醃菜等食品加工、製鹽

*本表譯自：燒津市政府—淡化水的應用
https://www.city.yaizu.lg.jp/shisetsu_annai/datuen/index.html

表2-20 駿河灣深層海水供水價格 (收費單位：日圓/次)

原水						
一般用途		100/200L				
漁業用途		10/噸				
淡化水及濃縮水						
體積	100L以下 (最少10L)	100~190L	200L	300L	400L	
費用	100/10L	1000	1300	1800	2300	
體積	500L	600L	700L	800L	900L	1000L
費用	2600	3100	3600	4000	4500	5000

*本表摘譯自：靜岡縣政府—駿河灣深層水的一般供水供水價錢
<https://www.pref.shizuoka.jp/sangyoshigoto/suisan/shinsosui/1027978.html>
 燒津市政府—如何供應淡化水
https://www.city.yaizu.lg.jp/shisetsu_annai/datuen/index.html

4. 參訪駿河灣深層水博物館與利用設施過程

首先，我們參訪駿河灣深層水博物館，展示海報駿河灣深層海水（圖2-72、圖2-73）、深海鯊魚和巨型甲蟲等深海生物的水族館（圖2-74、圖2-75）、深海魚蝦蟹標本（圖2-76）以及駿河灣漁海況水溫（圖2-77）。再來駿河灣導覽人員帶我們參訪駿河灣深層水利用設施，外部的儲水槽（圖2-78）、內部分水設施（圖2-79）以及提供給當地居民家庭用（圖2-80）、企業用（圖2-81、圖2-82）等不同加水站利用情形，其中駿河灣統計2022年10月至2023年3月之深層水利用情形（圖2-83），第一名是利用深層水養殖鹹水魚，第二名將深層海水用於水產生物養殖（如海鮮等），第三名則將深層海水利用於海鮮流通（活魚運輸等），第四名是服務業（鹹水魚銷售、水族館等）的利用，第五名是利用深層海水加工食品（如醃魚等）；另外，駿河灣深層水利用設施內部展示許多歷年研究成果集（圖2-84），研究範疇包含食品、製鹽、沐浴、化妝品、皮膚外用、醫藥、化學品、保鮮、養殖、湧升流、採水、製水及製冰，顯示駿河灣深層水長期研究基礎。參訪完後，我們在駿河灣深層水利用設施品嚐駿河灣深層海水之淡化水與貽糖，並感謝駿河灣深層水導覽員（圖2-85），也購買採集駿河灣深層水、淡化水、濃縮水，作分析比對使用。



圖2-72 駿河灣深層海水介紹

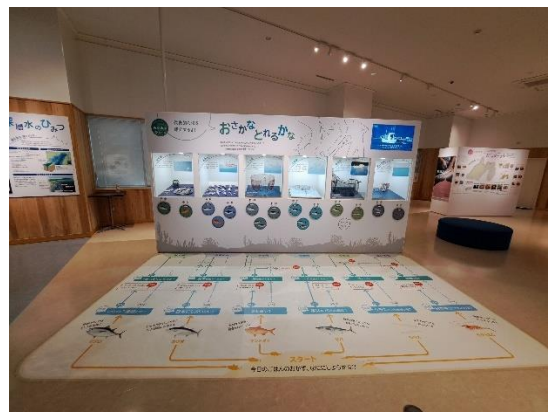


圖2-73 駿河灣魚類介紹



圖2-74 深海鯊魚水族館展示



圖2-75 深海大王具足蟲展示



圖2-76 深海魚蝦蟹標本展示



圖2-77 駿河灣漁海況水溫展示



圖2-78 駿河灣深層水儲水槽



圖2-79 駿河灣深層水分水設備



圖2-80 駿河灣深層水小量取水管線



圖2-81 駿河灣深層水中量取水管線



圖2-82 駿河灣深層水大量取水管線



圖2-83 駿河灣深層水利用排名



圖2-84 駿河灣深層水歷年研究成果集



圖2-85 駿河灣深層水人員合照

三、心得及建議

本次參訪有助於本院未來執行深層海水基礎研究與技術發展計畫外，並對於國內其他相關單位未來推動深層海水產業、取水工程建設與利用深層海水養殖等也將有所助益，心得與建議摘述如下：

- (一)日本發展深層海水已逾30年，穩定供水且利用發展中，其成功的關鍵在於其先進的**海洋科技**，包含**水下觀測技術**、**逆滲透與電透析技術**以及**海事工程技術**。觀看日本入善深層海水鋪設取水設施的影片，從製備取水管到鋪設取水管均有成熟的經驗與先進的技術(海事工程技術)，取水管線完工後，有完善的海水去鹽技術(逆滲透與電透析技術)供日本國內利用深層水，後續有先進的水下觀測技術，對於管線的監測與深海生物的調查與監控。這一連串的技术，是日本深層水產業穩定發展的關鍵。



圖3-1 日本製備入善取水管線



圖3-2 日本製作取水管線後耐壓測試



圖3-3 日本入善取水管線鋪設船



圖3-4 日本鋪設入善取水管線海上作業

- (二)參訪不同地點的深層海水利用設施，發現日本對於每個取水地點基礎研究扎實，尤其是對深海生態的瞭解。日本利用其水下探測載具(ROV)，沿著取水管線不同深度之影像，除能了解取水管線的水下狀況，也能了解不同地區不同深度豐富的深海資源。臺灣東部深海擁有豐富的深層環境與資源，對於深海生物的認識極微缺乏，且多數深海生物具有高經濟價值(如黑喉、紅喉、後海螯蝦類等)，是未來國內可加強研究之方向。

- (三)歸納日本2023年深層海水研討會，海洋能源相關研究六篇、基礎相關研究與微生物相關研究各四篇、養殖相關研究三篇、醫學相關研究二篇與有機物相關研究一篇，由此看來日本研究已逐步著重在海洋能源研究。

(四)本院有參加日本深層海水研討會晚宴，與日本、韓國學者交換名片與研究成果。日本與韓國學者表達想與本院合作之意願，未來若有機會，將邀請日本與韓國學者至臺灣進行深入的技術與後續合作的討論。



圖3-5 日本深層海水晚宴活動與韓國學者交流



圖3-6 日本深層海水晚宴活動與日本學者交流

(五)參訪至駿河灣利用設施二樓時，裡面擺放一系列歷年研究成果，研究範疇包含食品、製鹽、沐浴、化妝品、皮膚外用、醫藥、化學品、保鮮、養殖、湧升流、採水、製水及製冰，顯示日本對於深層水研究之重視。

本次參訪旨在落實本院深層海水基礎研究與技術發展業務，所獲成果將為規劃與執行深層海水業務提供寶貴資訊。同時，此次深層海水參訪也為推動國際深層海水研究、合作及研究人員交流提供良好的契機，未來擬邀日韓學者至臺灣進行深入的技術與合作，以增進臺灣在深層海水基礎研究與技術發展領域的實力，藉由國外豐富經驗與先進技術的提供，邀請國外學者至臺灣進行學術研討、技術研究，建立臺灣深層海水研究人才經常性交流方式、拓展研究領域的視野，將有助於為強化推動深層海水開發之進程，提升臺灣在此領域的技術及專業。在深層水科技的發展中，儘管日本擁有一些硬實力(經濟實力、科技水平等)上的優勢，但臺灣也擁有一些潛在的軟實力(科技創新)優勢，軟實力因素的強化可提高臺灣在深層水科技中的競爭力，並開創更多的機會。

四、參考文獻

1. 海洋深層水利用學會。2023年11月。網站：<http://www.dowas.net/>
2. 富山縣入善町公所。2023年11月。網站：<https://www.town.nyuzen.toyama.jp/index.html>
3. 入善町觀光物產協會。2023年11月。網站：<https://www.nyuzen-kanko.jp/>
4. 滑川Wave Park。2023年11月。網站：<https://hotaruikamuseum.com/aquapocket>
5. 佐渡深層海水分水設施。2023年11月。網站：<https://www.sado-dsw.com/>
6. 佐渡市網站。2023年11月。網站：<https://www.city.sado.niigata.jp/>
7. 燒津市政府。2023年11月。網站：https://www.city.yaizu.lg.jp/g08-001/_index.html
8. 靜岡縣水產海洋技術研究所。2023年11月。網址：<https://fish-exp.pref.shizuoka.jp/index.html>
9. 靜岡縣政府。2023年11月。網址：<https://www.pref.shizuoka.jp/>
10. 駿河灣海洋深層水專賣店。2023年12月。網址：<https://sonet.wixsite.com/kaiyoushinsousui>
11. 海洋深層水研究第27回全國大會(佐渡大會)特集號。第24卷第1號。海洋深層水利用學會出版。2023年10月。