



日本沖繩縣

# 深層海洋水 在農業栽培的現況介紹

文·圖／許嘉錦

## 一、前言

深層海洋水（Deep ocean water，DOW）是一項發展中的新興資源，主要汲取海面下200公尺以下的深層海水，利用其具有恆定的低溫、豐富的礦物鹽、極少病原菌和性質穩定等特性，目前已利用為供作海水養殖、藥妝事業、健康食品、包裝水，以及休閒理療等多種用途，並發展出多樣化與多層次之經濟價值。然而，在前述的利用過程中，深層海洋水恆定低溫此一能源附加價值並未被充分利用，可經由熱轉換將冷源導入農業設施栽培中，再藉由相關設施與栽

培技術的建立，使熱帶地區能夠在夏季生產冬季或高需冷性的各項作物。本文為筆者於2012年至日本沖繩縣海洋深層水研究所，訪察其農業領域設施設計及栽培技術之部分成果。

## 二、日本深層海洋水的發展

日本早在1976年間即投入深層海洋水領域研究，初期是發展海洋發電的科學研究，往後則是轉換為商業用途。依據日本海洋深層水協會統計資料，2011年日本全國公部門與私人企業設置的深層海洋水汲水站共計有17處，工程費達200億日元以上，每日總汲水量為



圖1. 利用根域冷溫系統在夏季生產菠菜



46,515公噸，各站汲水量50至13,000公噸/日不等。這些深層海洋水汲水站多數由政府出資建立，目前開發產業包含有：包裝水等飲料、休閒食品、營養及保健食品、化妝品、水產養殖、水產品加工及旅遊休憩等多元用途，其中僅有2處汲水站積極發展深層海洋水農業，其一是高知

縣，當地業者利用深層海洋水豐富的礦物質及穩定性，施用於茄及番茄等作物，使蔬果品質提昇；其二則是沖繩縣海洋深層水研究所，其著重在利用深層海水冷源來降低栽培環境溫度，進行高需冷性作物的栽培生產。本文介紹的沖繩縣海洋深層水研究所，每日汲水量13,000公噸為全國最高，且汲水深度達612公尺，可獲得較低溫且品質較佳水源，汲水站設置於沖繩縣南側離島久米島(Kume-jima)上，是日本最接近熱帶地區的一個汲水站，緯度及氣候均與臺灣相近，其相關研究可提供我國發展深層海洋水農業之參考。

### 三、日本沖繩縣海洋深層水在農業的運用

沖繩縣海洋深層水研究所擁有庶務、水產領域與農業領域3個部門，正式



圖2. 隧道式菠菜根域冷溫栽培床

人員6名，技術助理人員15名。水產領域的研究目標為利用深層海洋水恆定低溫、富含營養鹽以及潔淨的特性，調和當地溫暖的表層海水，運用於各種海水水產養殖之研究與商業開發。農業領域的研究目標為利用深層海洋水恆定低溫特性，將栽培介質的土壤溫度降低，使全年可以生產各種高需冷性的蔬菜、水果與花卉。

目前在農業領域方面的研究，主要利用根域冷溫系統調控適合的栽培介質根溫，用以篩選於夏季可正常生產的冷季蔬菜，進行高單價之高冷作物種苗生產，以及提高作物品質之研究，並探討對生育、收穫量及病蟲害發生的影響。其所謂根域冷溫系統是指栽培床中埋設塑膠管迴路，藉由管中流動的冰冷海水，將冷源傳導至整個介質，使介質形



成涼溫環境。由於根域冷溫系統僅對栽培介質進行調控，並未對氣溫進行控制，且夏季溫室內氣溫常高達40℃，所選擇作物的地上部必需能夠忍受高溫環境。因此，需要進行大量的品種試種和篩選的工作，選拔出適合於該環境下正常生長且品質良好的品種。研究所經過多年的篩選及栽培試驗，成功的從數十

個菠菜品種中篩選出數種適合在根域冷溫系統栽培的品種，得以在夏季生長，並保有良好的外觀和食用品質，現今該技術並已具實用價值。由於菠菜是高需冷性蔬菜，即使是溫帶地區的日本，夏季也只有北海道地區能夠栽培菠菜，且其售價昂貴，每250克零售價高達400日元。沖繩縣海洋深層水研究所與當地農



圖3. 車用散熱片與風扇改裝的冷氣機

民合作，透過上述篩選出的品種，以及研發改良的隧道式菠菜根域冷溫栽培床，所生產的菠菜品質佳，其同級品售價為330日元，深具市場競爭力。然而，利用深層海洋水栽培菠菜仍有尚待突破的瓶頸，由於設施栽培講求降低成本提昇利潤，故提高單位面積或單位時間的周轉率就成為重要課題，一般可採行育苗後定植的栽培方式來達成目標，但由

於菠菜是主根系作物，育苗後再定植易造成定植株生長停滯問題，因此未能提昇溫室植床周轉率，採用育苗或直播法的結果均相同，生長期均約為30日。

在洋桔梗育苗研究方面，係以低室溫及根域冷溫進行全室空調栽培。溫室使用改裝自車用散熱板及風扇，進行熱交換將冷水轉換為低溫空氣，再以送風機吹出。同時將冷水流經緊密排列的銅



管架，架上放置洋桔梗穴盤苗，使苗株根系的微環境溫度更穩定，並藉由銅管上的冷凝現象，直接提供穴盤的水分需求。目前除了菠菜以外，洋桔梗以及其它如蝴蝶蘭、草莓、薑等作物之育苗、催花及高品質生產等研究仍屬開發階段，尚未與產業聯結。

#### 四、結語

深層海洋水汲取水源具有高技術及高資金的需求，這些投資主要轉嫁到海水養殖、藥妝事業、健康食品、包裝水，以及休閒理療等方面，至於天然低溫冷源則為其附加價值，深層海洋水農業即將此一附加價值充份發揮。日本在相關農業利用的低溫設施栽培設計與作物研發方面，已相當的貼近產業利用，例如簡易的深層海洋水全室空調溫室，造價便宜且易取得，適合推廣至農戶使

用。此外，隧道式菠菜根域冷溫系統的植床設計，則顯示深層海洋水可以發展為以管計費的模式，例如將冷水管迴路租給利用低溫海水生產蔬菜的農民，可以使深層海洋水的產業由單點擴展到周邊農地，形成較大規模的經濟活動。

深層海洋水農業發展至今，尚有幾點值得深入探究，其一是植床栽培周轉率的問題，日本的研究指出菠菜採用育苗法並不能縮短栽培期，植床的周轉率難以提昇，需再進行相關的技術研發，以求瓶頸的突破。再者，因為低溫海水運輸及保存成本高，故深層海洋水農業必然限制於汲水站附近區域發展，其解決之道在於採行接力式的栽培，針對作物有低溫需求的時期，進行短期的涼溫栽培，再送往下一個栽培地，例如發展洋桔梗和涼溫草莓苗等種苗生產。至於花卉的涼溫催花亦具相當潛力，但需注意運輸成本控制。另外，換個角度思考，或許也可利用區域發展會受到限制的特性，結合當地特別的農產消費需求，達到地產地消，建構具地方特色的限定農產品市場經濟。



圖4. 深層海洋水所栽培出的菠菜商品