

日本進行海洋機能性素材 之前瞻科技與學術研究

撰文/蔡慧君

前言

日本四面環海而多山的地理條件，自古以來大都以水產品為食。但近年來因水產品產地標示不實、食品中毒案件和危害健康物質混入食品等衛生安全問題，以及魚類所具有的腥味和魚刺，使得日本對水產物消費低迷而畜產品的消費量卻有逐年增加之趨勢，逐漸產生「離魚」的現象。然水產品中含有 50% 以上的蛋白質及各種機能成分（例如 EPA 和 DHA 等高度不飽和脂肪酸；維生素 A、B、D；肌肽、甲肌肽、牛磺酸；幾丁質和礦物元素等），不僅可提供人體營養攝取時所需的優良蛋白質，更具有預防慢性病與生活習慣病的功效。

「保健食品之研究與開發」是我國科技計畫中重要的施政項目之一，而機能性食品則為全球保健食品市場中佔有率最高且成長最快的種類之一。日本在健康產業的市場規模，已經達到 150 億美元，是亞洲最大的單一市場（陳，2011），其相關的學術研究與產業也積極開發具有健康指標的機能性保健食品，而水產機能性食品在日本對於疾病預防及預防醫學上則扮演著重要角色，現今的研究方向已漸轉向自魚類廢棄物或水產加工副產物中萃取具有生理活性的成分，從而發展其利用技術與提升附加價值，並將水產品或其加工與保健食品導入日常生活的飲食型態，藉以鼓勵並推廣魚食。臺灣的地理環境同日本亦屬四面環海，水產資源多樣性且水產食品產業亦同為重要之產業，爭取高品質與高單價的

水產食品並拓展其行銷通路，亦為政府與漁民共同追求之目標。因此，本文以日本在海洋機能性素材之前瞻科技與學術研究，作為臺灣研究發展的借鏡與產業發展之參考。

低度利用水產資源之機能成分的評價與應用技術開發

面對漁業枯竭與地球暖化所衍生漁獲量減少的问题，日本對於既有漁獲物不僅致力於完全利用達零排放的目標，同時亦活用未利用資源或再加值利用加工下腳料與回收再利用加工廢液之機能成分，以研發具機能性的水產加工新品或保健食品，以達減廢之目的、增加漁民收益和加強流通來活絡產業經濟。

（一）以動物模式評估口服魚鱗膠原水解物對紫外線曬傷之影響

陽光的紫外光譜區分成 UVA(320-400nm)、UVB(280-320nm) 和 UVC(<280nm) 等三個區域，其中 UVC 因短波長大都被大氣層中的臭氧所吸收，無法到達地球表面，但照射 UVA 會使皮膚曬黑 (suntan)，而 UVB 則會造成曬傷 (sunburns) 和紅斑 (erythema)，因此長期紫外線的照射可能會加速皮膚老化產生皺紋或甚至誘發皮膚癌。

脊椎動物體內富含膠原蛋白 (collagen) 其量約佔蛋白質總量的 1/3，當膠蛋白自動物的骨、皮或魚鱗以熱水萃取稱之明膠 (gelatin)；以酵素水解則稱之

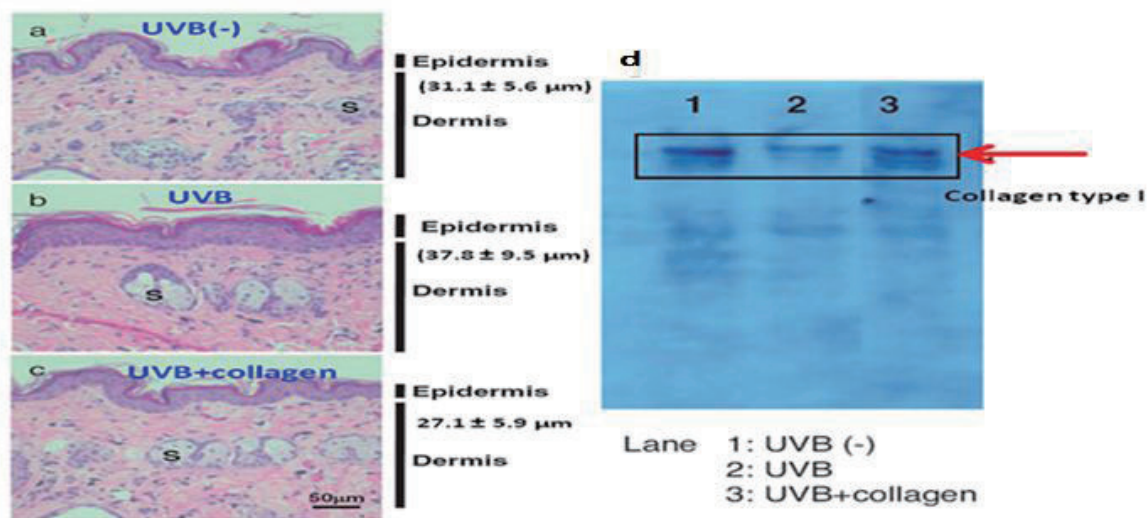
膠原胜肽 (collagen peptide)，可作為膳食補充品。日本國立東京農工大學野村教授以 UVB (劑量 $0.3\text{mW}/\text{cm}^2$) 照射裸鼠 (hairless mice) 每週 3 次；第 1 週每次照射 1 分鐘，之後隨實驗週數的增加，每次提高 1 分鐘的照射時間，直至第 5-6 週維持 3 次，每次照射 7 分鐘，試驗結束每隻裸鼠的總照射量為 0.846 J (UVB 組)。試驗裸鼠於照射 UVB 期間另以經口投藥方式餵食吳郭魚鱗 (*Tilapia zillii*) 膠原胜肽，餵食劑量為 $0.2\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ ，以探討魚鱗膠原胜肽對光損傷皮膚之影響。動物試驗結果顯示 UVB 持續照射會增加裸鼠表皮層 (epidermis) 的厚度達 $37.8 \pm 9.5\ \mu\text{m}$ (圖一 b)，同時降低真皮層 collagen type I 的生成量 (圖一 d lane 2) 及角質層 (stratum corneum) 的保水力 (hydration) (圖二)。

持續照射 UVB 會損及皮膚結構、功能並產生光老化 (photoaging)，導致皮膚出現皺紋、鬆弛、粗糙和不規則的色素沉澱。此外長期照射 UVB 亦會誘使生物體內產生含氧自由基 (reactive oxygen species, ROS) 和改變細胞內的訊息傳遞路徑。Yaar 和 Gilchrist (2007) 發現皮膚光老化的機轉，可能係長期照射 UVB 促使多量 ROS 的產生，而 ROS 可活化細胞表面受體 (cell surface receptor)，例如：表皮

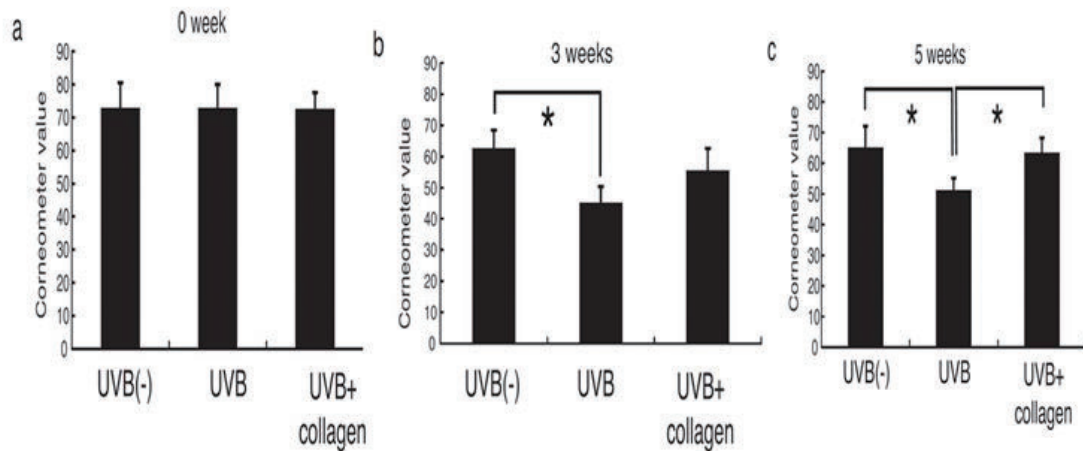
生長因子 (epidermal growth factor receptor, EGFR)，並啟動細胞內的訊息傳遞，使 nuclear factor (AP-1) 表現量增強。AP-1 會干擾膠原蛋白的合成；提升基質金屬蛋白酶 (matrix metalloproteinase) MMP-1 和 MMP-3 的活性；封鎖 transforming growth factor- β (TGF- β) 的作用，進而抑制膠原基因的表現，同時活化並促進角質細胞 (keratinocyte) 的增殖。另一方面 UVB 亦可活化 nuclear factor NF- κB ，進而促進促發炎激素 (proinflammatory cytokines) 和基質金屬蛋白質 (meta-maxin proteins, MMPs) 的表現量，因此長期照射 UVB 係藉由改變訊息傳遞及相關基因之表現，而增厚皮膚的角質層並降低真皮層膠原蛋白的生成量。

試驗裸鼠在 UVB 照射的同時並持續口服魚鱗膠原胜肽 6 週後 (UVB+collagen 組)，發現 UVB 所導致增厚的表皮層卻減少為 $27.1 \pm 5.9\ \mu\text{m}$ (圖一 c) 且與未照射 UVB 的對照組 ($31.1 \pm 5.6\ \mu\text{m}$; 圖一 a) 無顯著差異，同時也提升真皮層 collagen type I 的生成量 (圖一 d lane 3) 及角質層的保水力 (圖二)，此結果顯示口服魚鱗膠原胜肽可抑制 UVB 所導致皮膚的光損傷 (Tanaka *et al.*, 2009)。

然而口服魚鱗膠原胜肽為何可保護皮膚防止



圖一 口服魚鱗膠原胜肽對UV-B照射裸鼠的皮膚結構與膠原增生之影響



圖二 口服魚鱗膠原胜肽對UV-B照射裸鼠的表皮層保水力之影響

UVB 的光損傷，野村教授進一步研究發現膠原胜肽經消化後 2 小時，主要以寡胜肽型式 (prolyl-hydroxyproline; Pro-Hyp) 存在於血液中，而 Pro-Hyp 對纖維母細胞 (fibroblasts) 具有趨藥性 (chemotactic activity) (Postlethwaite *et al.*, 1978)，因此推測口服膠原胜肽可能因 Pro-Hyp 或其他消化膠原所產生胜肽等的抗氧化活性，抑制 ROS 的產生，也影響表皮細胞或真皮層纖維母細胞的訊息傳遞，而阻斷 UVB 照射對皮膚光損傷之作用。

(二) 以動物模式評估口服魚鱗膠原水解物對骨關節炎之影響

骨關節退化症 (Osteoarthritis, OA) 或稱骨關節炎是一種漸進式關節軟骨退化疾病，好發於 65 歲以上的老年人。軟骨是在關節內覆蓋骨骼末端的光滑組織，健康的軟骨使骨骼能相互滑動，減少運動帶來的衝擊力。骨關節炎患者的軟骨頂層破裂和耗損，造成軟骨下的骨骼因互相摩擦而產生疼痛、腫脹和縮小關節的活動範圍，長期則可導致關節變形或關節邊緣長出骨刺。此外患者滑膜 (synovium) 中玻尿酸合成酵素 1 (hyaluronan synthase 1, HAS1) 和 HAS2 的 mRNA 表現量較健康者低，但玻尿酸分解

酵素 2 (hyaluronidase 2) 的表現量卻較高，因此 OA 患者的滑膜中會含有較低量的玻尿酸 (Ohara *et al.*, 2010)。

膠原蛋白為哺乳類、鳥類和魚類結締組織中的主要組成物，係由 Gly-Pro-Hyp 所構成三股螺旋結構。野村教授研究指出，口服魚鱗膠原 2 小時後，人類血液中可測得多種 2-3 寡胜肽 (例如 Ala-Hyp, Pro-Hyp, Ala-Hyp-Gly, Ser-Hyp-Gly, Phe-Hyp, Pro-Hyp-Gly, Gly-Pro-Hyp, Ile-Hyp 和 Leu-Hyp 等)，其中以 Pro-Hyp 含量最多。另白細胞試驗的研發發現：將 50 μ g/ml Pro-Hyp 和滑膜細胞 (synovium cells) 共培養 48 小時可促進產生 2 倍量的玻尿酸 (hyaluronic acid; HA)；Pro-Hyp 可藉由調控 HAS2 的 mRNA 表現量而促進人類真皮層纖維母細胞 (human dermal fibroblast cells) 的增殖及合成 HA。

在天竺鼠的動物試驗 (guinea pig model) 中則發現，12 月齡或更老的天竺鼠其關節退化的表現類似人類 OA 患者，同時其關節軟骨處含有較少量的糖苷蛋白質 (Glycosaminoglycans, PGs)，而 PGs 是由玻尿酸分子聚集且其核心鍵結蛋白質所構成的大分子聚合物。將 \geq 12 月齡的天竺鼠 (1.08 \pm 0.02kg body weight) 以每組 12 隻隨機分成 3 組，分別餵食

0.84g/kg/day 的魚鱗膠原水解物 (fish scale collagen hydrolysates) 和豬皮水解物 porcine skin collagen hydrolysates) 每週 4 天連續 5 週共 20 天，並與未餵食膠原水解物的對照組比較後發現，餵食魚鱗膠原和豬皮水解物的天竺鼠皆可提高血液 Pro-Hyp 與脛骨 PGs 的含量，其中又以魚鱗膠原水解物處理組最高且與對照組有統計差異 (圖三 a, b)。

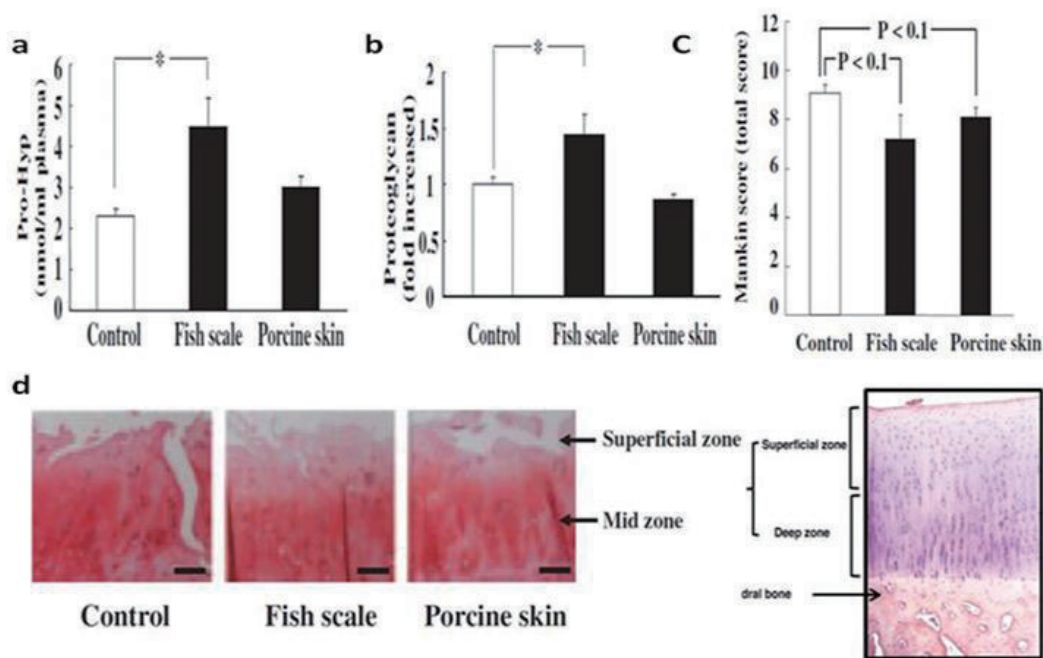
Mankin score 為骨關節炎的評定標準之一，可界定是健康樣本 (intact, Mankin score=0) 或是已退化樣本 (degenerated, Mankin score=1-10)。番紅 (Safranin-O) 染色法則可染出軟骨細胞、黏液與 mast cell granules，主要用在軟骨相關疾病的判斷。將 OA 天竺鼠餵食魚鱗膠原水解物以探討對關節軟骨之保護效果，由組織病理學的變化 (包括 Mankin score 及番紅染色) 發現，對照組天竺鼠之脛骨軟骨處，其淺層區 (superficial zone) 減少的同時也出現鈣化的細縫，而口服魚鱗或豬皮膠原則可調節淺層區的減少，同時將鈣化的細縫漸形成組織結構的過渡

區 (transitional zone) (圖三 d)。另外 Mankin score 在魚鱗膠原水解物組為 7.2 ± 1.03 (mean \pm SE) 低於對照組 (9.1 ± 0.34) 和豬皮膠原水解物組 (8.1 ± 0.38) (圖三 c)。

由以上的試驗研究結果總結，Pro-Hyp 可誘導滑膜細胞生成 HA；而骨關節退化的天竺鼠動物試驗模式則發現，口服魚鱗膠原水解物可提高血液中 Pro-Hyp，增加軟骨組織中 PGs 的生成量和減少膝關節軟骨組織結構的破壞，對骨關節退化症有舒緩的作用。

(三) 鯊魚皮明膠對大鼠骨密度之影響

骨頭為生物重要器官用以調節體內礦物質的平衡，骨骼的成分可分為有機質與無機質。有機質包括骨基質和細胞，骨基質中有 95% 膠原蛋白和 5% 非膠原蛋白質，非膠原蛋白質對骨骼的礦物質化 (mineralization) 極重要；細胞則主要有造骨細胞 (osteoblast, OB)、蝕骨細胞 (osteoclast, OC) 和骨



圖三 口服魚鱗膠原胜肽對骨關節退化症天竺鼠軟骨結構與相關成分之影響

細胞 (osteocyte) 三種；無機質中主為磷酸鈣，尚還包含碳酸鹽、鈉、鎂、鉀、氟化物和氯化物等（行政院衛福部，2013）。在更年期 (menopause) 時因缺乏雌激素 (estrogen) 會導致成骨 (bone formation) 和破骨 (bone absorption) 失衡之生理變化，而造成骨質流失和骨質疏鬆症 (osteoporosis)，此現象同時也可因老化而加劇。然牛奶蛋白 (Takada *et al.*, 1997)、黃豆異黃酮 (Picherit *et al.*, 2001; Moskowitz, 2000)、膠原水解物 (Koyama *et al.*, 2001) 和木糖醇 (xylitol) (Mattila *et al.*, 2001) 等皆具有提升骨密度 (bone mineral density, BMD) 的作用。

日本自狂牛症 (bovine spongiform encephalopathy) 後，海洋膠原水解物 (marine collagen hydrolysate; low-molecular-weight gelatin) 已被廣泛應用作為膳食補充品或保養品的原料 (Nomura *et al.*, 2005)，而鯊魚皮膠原不僅是海洋性膠原的來源之一，同時日本在進行一系列鯊魚的相關研究中，希望能實現鯊魚加工利用零排放的目標，故將鯊魚 (*Prionace glauca*) 皮所萃取的明膠 (shark gelatin) 餵食 4 週齡已摘除卵巢的雌性大鼠 (ovariectomized rats; ovx)，並配合低蛋白飲食來探討口服鯊魚皮明膠對骨密度 (BMD) 和骨基質蛋白質 (bone matrix protein) 組成 (包括膠原蛋白和醣胺聚糖) 之影響。動物試驗發現在正常老鼠的試驗組 (sham)，以每 100g 老鼠體重每日餵食 20mg 鯊魚皮明膠 (sham+gelatin 20; n=6-7) 連續 20 天後，其腿骨中第 I 型膠原蛋白 (type I collagen) 含量顯著高於餵食白蛋白的對照組 (sham albumin-fed rats; n=6-7)；相同地在 ovx 試驗組以每日餵食 20mg 鯊魚皮明膠的大鼠 (ovx+gelatin 20; n=10)，其腿骨中 type I collagen 含量亦為其對照組 (ovx albumin-fed rats) 的 10 倍高；同時其醣胺聚糖 (Glycosaminoglycans; PGs) 亦顯著高於其對照組 (data not shown)。另從骨密度的測定值和組織型態觀察發現，ovx 大鼠的對照組 (ovx+albumin) 其海綿骨 (spongy bone) 的骨密度比正常鼠的對照組 (sham+albumin) 低 (圖四 a)，顯示摘除卵巢並配合

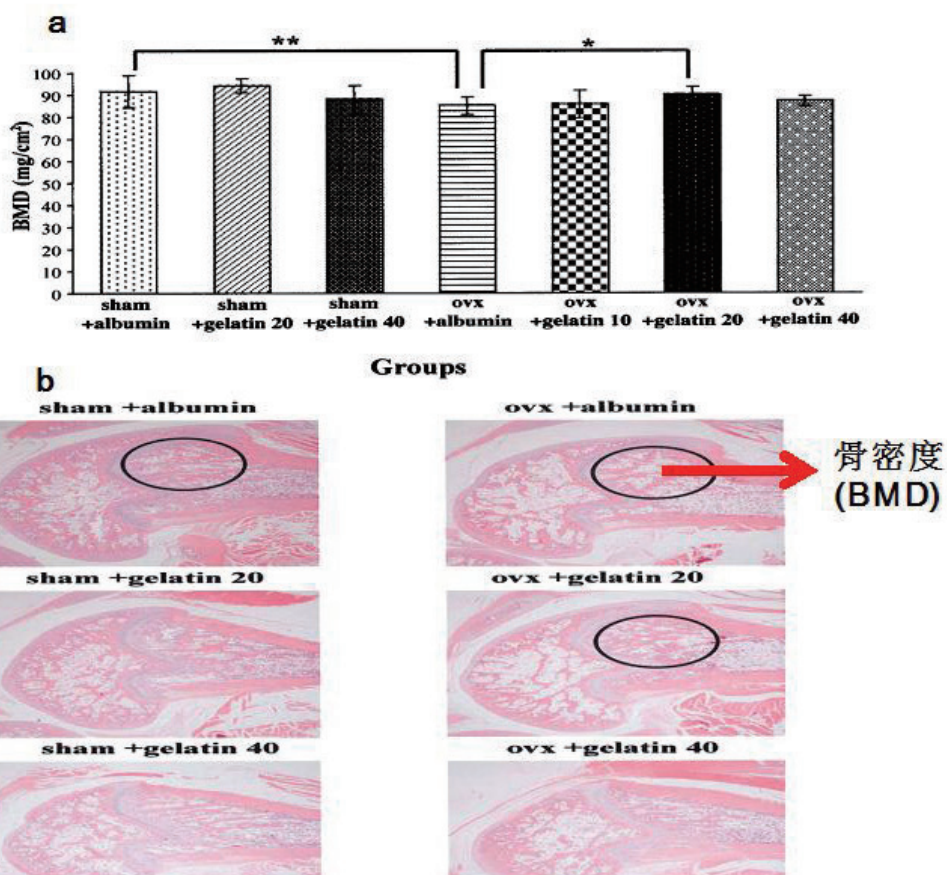
低蛋白飲食可能會影響雌激素的分泌、降低代謝因而降低骨密度，特別是發生在成骨和破骨細胞較為活躍的海綿骨 (spongy bone) 和成長板 (epiphyseal plate) 等骨組織，而呈現骨質疏鬆的早期症狀 (圖四 b；箭頭標示處)。另外每日餵食 10-40mg 鯊魚皮明膠的 ovx 大鼠其海綿骨骨密度的測定值均較對照組高 (ovx+albumin)，特別是餵食 20mg 膠原的處理組 (ovx+gelatin) 顯著最高 (圖四 a)，同時骨組織切片圖也呈現相對較緻密感。

野村教授認為摘除卵巢的大鼠並配合低蛋白飲食的動物評估模式，可取代常規動物試驗至少需費時 1 個月，才能對攝入的食物呈現效果，因此可應用為更年期骨質疏鬆症 (menopausal osteoporosis)、和/或老化所造成的骨質疏鬆症 (senile osteoporosis) 以及骨密度等評估且可短期完成對骨質影響的試驗模式。摘除卵巢大鼠每日餵食適量 (20mg) 的鯊魚皮明膠，可促進骨間質新生以合成膠原蛋白和醣胺聚糖因而提高骨密度，但過量 (40mg) 的鯊魚皮明膠則可能使大鼠因消化不良而不利吸收，亦無助於骨密度的提升 (Ohara *et al.*, 2010)。

(四) 活用低度與未利用魚類創造水產新事業

現今世界各國因漁獲量遞減，自國外進口水產原料亦相對較難調度，影響所及擴至加工業者，難以確保供貨原料量之穩定，並導致產地經濟衰退。日本漁業資源調查發現仍有許多水產資源未被充分利用或仍具相當的開發潛力，因此可針對這些未利用資源 (圖五)，探討新的漁獲技術和加工方式以提升捕獲量並促進加工產業，而增加國內自給率，同時導入六級產業化 (係指農業生產 (一級) X 農產加工 (二級) X 直銷 (三級) 的產業發展模式，即以一級產業為基礎，結合二級及三級產業分工合作，促進生產、加工、販售等整體性產銷策略發展) (陳等，2012) 以達振興產地活力之目的。

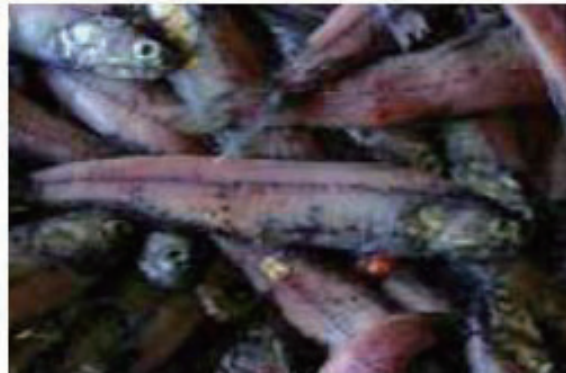
這些未利用資源主要是鰺魚類 (カタクチイワシ; Japanese Anchovy; *Engraulis japonicas*) 和燈



圖四 口服鯊魚皮明膠對骨質疏鬆症大鼠骨密度及骨組織型態學觀察



鯉魚類



燈籠魚類

圖五 低度利用資源—鯉魚類和燈籠魚類

籠魚類 (ハダカイワシ; *lanternfishes*) (圖五)，而燈籠魚類中又以眶下眶燈魚 (センハダカ; *Diaphus suborbitalis*)、*Diaphus kuroshio* (クロシオハダカ) 和七星底燈魚 (イワハダカ; *Benthosema pterotum*) 等三種最多。日本靜岡縣水產技術研究所指出燈籠魚類相較於其他深海魚類，體成分中含有較多的水分、較少的脂肪量，並富含 ω -3 脂肪酸，油脂中二十碳五稀酸 (eicosapentaenoic acid, EPA) 和二十二碳六稀酸 (docosahexaenoic acid, DHA) 的含量在三種燈籠魚依序為：4%，9%；12%，18%；10%，15%。另眶下眶燈魚和七星底燈魚的蠟質 (wax) 含量低，且經動物試驗證實具有食用安全性，現已製成魚醬油。另水產技術研究所亦著手研究燈籠魚類作為煉製品、佃煮調理品和角醬之可行性。針對低度與未利用魚類其未來的展望係希望能提升魚價、活用未利用資源以及增加漁民收益，並充分導入六級產業化，研發地域性原鄉產品來活絡地方經濟。

本 (水產試驗) 所近期恰與日本同步研究燈籠魚類的機能性及其應用。在臺灣周邊海域之燈籠魚因常與櫻花蝦 (sakura shrimp; *Sergia lucens*) 一起迴游而被底拖網所捕獲，但因其易腐性或含有高量蠟質，致使魚體之口感和味道不佳，故僅少部分以日曬法製成魚乾或製成調味乾製品供作食用外，大部分都作為飼料、下雜魚用或甚至捕獲後立即丟棄，不具食用性與經濟價值，係屬資源量豐富但卻低度利用的水產資源。

在我們研究中將臺灣周邊海域常見 6 屬 17 種燈籠魚科 (Myctophidae) 中，取資源量較多之七星底燈魚 (*Benthosema pterotum*) 與亮眶燈魚 (*Diaphus splendidus*)，分析其化學成分結果顯示，七星底燈魚比亮眶燈魚含有顯著較高量之粗蛋白、游離胺基和機能成分 (磷脂質、不飽和脂肪酸和礦物質)，且未含有蠟質和鎘、汞、鉛和砷等有害微量元素。以蛋白酶水解七星底燈魚所產生之水解物具有高抗氧化活性，其抗氧化能力主來自水解物中的 Phe-Tyr-Tyr 和 Asp-Trp 等 2-3 胜肽；另分別以 Ames test 和

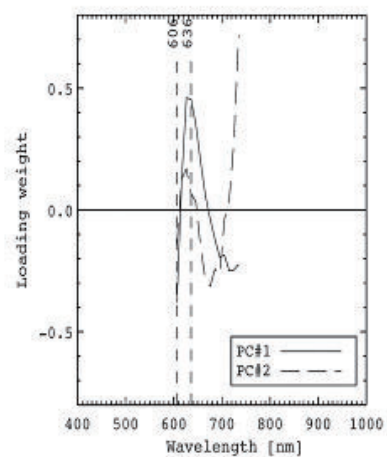
14 天口服急毒性動物試驗證實，蛋白質水解物不具基因毒性，對試驗動物亦不會造成肉眼可見的病理變化，其無毒害作用劑量 (no observed adverse effect level, NOAEL) 大於 15g/kg body weight，顯示具有食用安全性 (Chai *et al.*, 2012)；另以二階段之體外消化試驗發現蛋白質水解物經人工胃腸消化酵素水解 (pepsin-pancreatin digestion) 後，其 DPPH 清除能力、還原力及 SOD-like 等之 EC₅₀ 均無顯著變化，但螯合亞鐵能力則由 2.42±0.41mg peptide/mL 顯著降至 0.53±0.01mg peptide/mL，顯示其螯合亞鐵離子的能力增強。此等結果顯示七星底燈魚的蛋白質水解物能耐受胃及腸的消化作用，口服後具有食用安全性、消化安定性，同時亦能呈現其抗氧化作用 (Chai *et al.*, 2013)。

(五) 非破壞性分析法對於凍結和非凍結魚片之判別技術開發

對於消費者而言，魚類的鮮度決定魚價，而新鮮的魚獲 (fresh fish) 所代表的意義是捕獲 (capture)/ 收穫 (post-harvest) 後短暫冰藏即食用，因此冷凍再解凍的全魚或魚片其市場售價總不如生鮮魚貨。然而水產品的鮮度 (freshness) 取決於採捕 / 收穫的方法和手段、貯藏期間的品質 (包括生化學、化學、物理性和微生物等) 變化和貯藏溫度與時間。因此「鮮度」的影響因子複雜，同時鮮度的判定不僅需要藉助專業人員進行各種破壞性的檢測分析，同時也曠日廢時，故較不適用於線上的即時監測或大量樣品之快速檢測。另在日本販售的生鮮魚類或冷凍的漁產品皆須標示其捕獲或屠宰的日期，因此如何發展快速、小型可攜式、非高價、非破壞性的檢測儀器，同時提供具有精準度的科學數據並可判別區分生鮮與冷凍魚片之差異，以供零售商或食品品質管機構製作鮮度品管文件之參考，對於日本水產業具有重要之意義。

木宮隆博士以可見光 / 近紅外光光譜儀 (VIS/NIR spectroscopy) 進行養殖大西洋鮭魚之鮮度預測

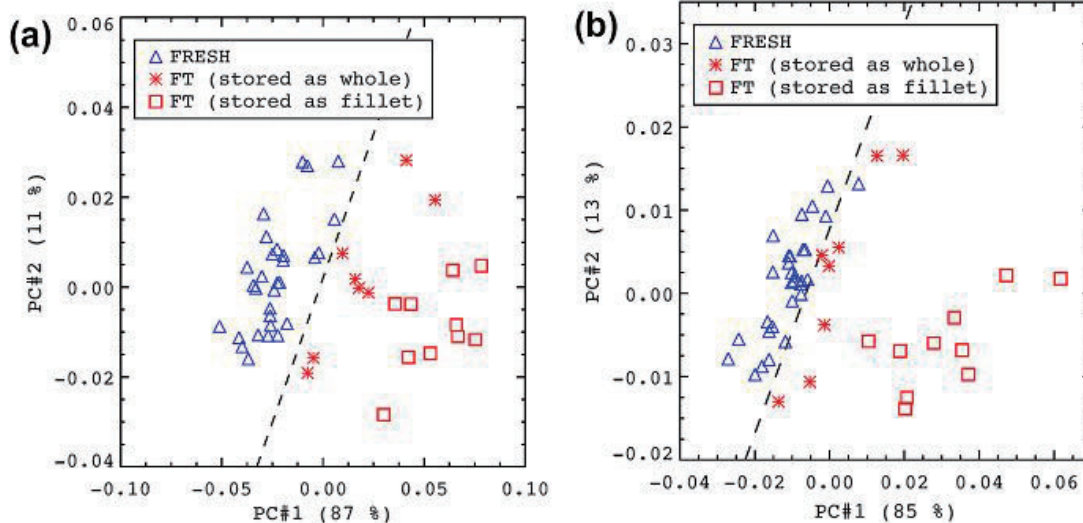
(freshness prediction), 以及生鮮與冷凍魚片之判別 (frozen-thawed classification)。在其研究中指出以光譜波長 605-735nm 預測鮭魚全魚(已去內臟)於碎冰貯藏的保鮮期限, 與由專業人員以品質指標進行破壞性分析結果僅有 2.4 天的誤差值。鮭魚肉中主要色素為類胡蘿蔔素 (carotenoid), 例如: astaxanthin 和 canthaxanthin 在波長 500nm 有吸收波峯; 當波長 >735nm 則為鮭魚肌肉中之水分、脂肪和蛋白質等有機成分之特有吸收波峯, 因此若於 <605nm 或 >735nm 波長進行鮮度預測, 則可能因類胡蘿蔔素或一般成分等對光譜的吸收 (absorption) 或散射 (scattering) 而產生雜訊, 進而造成干擾而使鮮度預測失準。此外研究中也發現肌紅蛋白 (myoglobin): 特別是氧化肌紅蛋白 (metmyoglobin) 和亞硝醯變性肌紅蛋白 (meth-myoglobin) 於波長 606 nm 和 636 nm 可呈現明顯的吸收波峯 (圖六)。



圖六 肌紅蛋白的吸收波峯

魚片於冷凍再解凍的過程中, 因組織結構的改變以及肌紅蛋白之氧化, 因而與生鮮魚片會呈現不同的吸收波峯, 由圖七 a 和圖七 b 即可清楚區別出生鮮魚片、冷凍全魚與冷凍魚片。另外魚片的厚薄程度亦左右光線的穿透與散射, 由圖七亦清楚

顯示冷凍魚片比冷凍全魚更容易與生鮮魚作區隔。因此藉由可見光 / 近紅外光光譜儀利用其光譜波長的改變, 不僅可預測魚片於碎冰下的貯藏期限, 區別生鮮與冷凍魚片之外, 亦可解釋血紅蛋白 (heme protein) 於冰藏期與冷凍僵直 (freeze-thaw cycle) 期間之氧化作用 (Kimiya *et al.*, 2013)。



圖七 生鮮魚片(△)與冷凍全魚(*)及其魚片(□)之吸收光譜

結語

日本近年來雖有產生「離魚」現象，然國家政策上仍鼓勵消費者多食用含有優質蛋白質及各種機能成分的水產品來取代畜產品，同時日本自農林水產省水產廳及其督道府縣的各級學研機構，均致力研究開發日本周邊及國際海域水產資源之永續利用及管理、改善沿岸漁業環境及提升生產力、開發因應環境對策的養殖技術以利養殖漁業之持續發展，此等目的無非是以建構永續的漁業並供應安全安心和確保消費者信任的水產品，進而推廣魚食。此外面對漁業枯竭與地球暖化所衍生漁獲量減少的問題，日本對於既有漁獲物則致力於完全利用達零排放的目標，同時亦加值利用加工下腳與回收再利用加工廢液之機能成分，研發水產加工新品或保健食品以達減廢之目的。另水產機能性食品在預防醫學

上扮演著重要角色，同時從國際保健食品市場消費的主目標族群窺出並鎖定在「老人的命、女人的臉、小孩的嘴」，而將保健食品市場的消費族群聚焦於銀髮族和粉領族。

在全球化之競爭下與國內傳統食品工業的市場飽和，保健食品產業也勢必將要走向國際市場。另外臺灣未來也想加入跨太平洋夥伴協定 (Trans-pacific Partnership Agreement, TPP)，在自由貿易下的食安問題和生產履歷的建置，保健食品未來也將面臨更嚴苛的發展瓶頸與挑戰，因此整合國內之研發能量並加強國際合作來發揮綜效利益，以尋求臺灣在國際上可能的科技發展利基，並提升臺灣的競爭力，是為當前保健食品產業發展之重要研究課題。

AgBIO

蔡慧君 行政院農業委員會 水產試驗所水產加工組 研究員

參考文獻

1. 行政院衛生福利部食品藥物管理署 (2013) 健康食品之骨質保健功效評估方法。1020205署授食字第1011304250號公告修正發布，台北，台灣。
2. 陳依文、周妙芳、沈杏怡、王玉真、劉力嘉 (2012) 日本六級產業化政策及其對我國施政之啟示（上）。行政院農委會網頁 From <http://www.coa.gov.tw/view.php?Catid=2445508>。
3. 陳啟祥 (2011) 機能性保健食品產業分析。From <http://www.pabp.gov.tw/AreaBus/LibA/aa506.asp>。
4. Chai, H. J. Chan, Y. L. Li, T. L. Chen, Y. C. Wu, C. H. Shiau, C. Y. and Wu, C. J. (2012) *Composition characterization of Myctophids (Benthoosema pterotum): Antioxidation and safety evaluations for Myctophids protein hydrolysates*. Food Res. Int. 46:118-126.
5. Chai, H. J. Chan, Y. L. Li, T. L. Shiau, C. Y. and Wu, C. J. (2013) *Evaluation of lanternfish (Benthoosema pterotum) hydrolysates as antioxidants against hydrogen peroxide induced oxidative injury*. Food Res. Int. 54:1409-1418.
6. Kimiya, T. Sivertsen, A. H. and Heia, K. (2013) *VIS/NIR spectroscopy for non-destructive freshness assessment of Atlantic salmon (Salmo salar L.) filets*. J. Food Eng. 116:758-764.
7. Koyama, Y. Hirota, A. H. and Irie, S. (2001) *Ingestion of gelatin has differential effect on bone mineral density and body weight in protein undernutrition*. J. Nutr. Sci. Vitaminol. 47:84-86.
8. Mattila, P. T. Svanberg, M. J. and Knuutila, M. L. E. (2001) *Increased bone volume and bone mineral content in xylitol-fed aged*. Metabolism 51:147-153.
9. Moskowitz, R. W. (2000) *Role of collagen hydrolysate in bone and joint disease*. Semin. Arthritis. Rheum. 30:87-99.
10. Nomura, Y. Oohashi, K. Watanabe, M. and Kasugai, S. (2005) *Increase in bone mineral density through oral administration of sharkgelatin to ovariectomized rats*. Nutrition 21:1120-1126.
11. Ohara, H. Iida, H. Ito, K. Takeuchi, Y. and Nomura, Y. (2010) *Effects of Pro-Hyp, a collagen hydrolysate-derived peptide, on hyaluronic acid synthesis in a guinea pig model of osteoarthritis*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 74 (10):2096-2099.

參考文獻

12. Picherit, C. Bennetau-Pelissero, C. Chaanteranne, B. Lebecque, P. Davicco, M. J. Barlet, J. P. and Coxam, V. (2001) *Soybean isoflavones dose-dependently reduce bone turnover but do not reverse established osteopenia in adult ovariectomized rats*. J. Nutr. 131:723-728.
13. Postlethwaite, A. E. Seyer, J. M. and Kang, A. H. (1978) *Chemotactic attraction of human fibroblasts to type I, II, and III collagens and collagen-derived peptides*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 75(2):871-875.
14. Takada, Y. Kobayashi, N. Kato, K. Matsuyama, H. Yahiro, M. and Aoe, S. (1997) *Effects of whey protein on calcium and bone metabolism in ovariectomized rats*. J. Nut. Sci. Vitaminol. 43:199-210.
15. Tanaka, M. Koyama, Y. and Nomura, Y. (2009) *Effects of collagen peptide ingestion on UV-B induced skin damage*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 73(4):930-932.
16. Yaar, M. and Gilchrest, B.A. (2007) *Photoageing: mechanism, prevention and therapy*. Br. J. Dermatol. 157(5):874-887.