

## 利用生化指標評估養殖場的安全性

黃美瑩、劉文御 譯

水產養殖系

本文摘譯自亞太經濟合作 (APEC) 2000 年 5 月出版之「Assessment of Environmental Safety of Aquaculture Farms Using Biochemical Indicators of Distress」, 作者為 Norman Y. S. Woo, C. K. Wong 及 K. H. Chu

### 一、一般的考量

養殖場所通常位於海灣之內或海岸及河口附近, 這些養殖場十分靠近人類居住的地區, 原因是便於從事養殖及解決養殖問題, 但人類的活動所造成的污染卻是養殖場最大的威脅。

作者在亞洲針對 3 個養殖場進行研究, 這 3 個場被附近居民製造出數量可觀的污染物所污染, 研究結果發現: (1) 養殖區受到大規模的污染; (2) 養殖水體中的污染物係來自於人類的活動。因此, 目前養殖場似乎面臨多樣性及潛在性有毒物質的污染, 而且這些特定的污染物質無法概括和預測。

觀測生化反應的變異與測定分子的組成, 似可作為養殖生物早期遭受污染之靈敏性警示指標, 而指標的選擇取決於壓力 (污染物) 的特性及獲得特定受測目標資料的可行性。特異的生物化學指標能夠提供養殖物遭受化學物質污染的壓力資料, 而非特異的生物化學變化可能顯示出生物有慢性中毒的現象。因此, 一個包含特異的和非特異的反應的適當指標, 很有可能作為環境監控的參考依據。測量這些標識物可提供壓力型態的資料及其作用機制, 進而引申至生理功能障礙的判定, 更可作為對族群長期影響趨勢的評估條件。

### 二、評估選擇生化標識物

選擇生化標識物 (Biomarkers) 應該考慮以下的性質: (1) 生化標識物在分析時應具有敏感性、可信度及操作簡便等特性; (2) 可取得生化標識物基準線之資料, 而且能分辨自然變動與污染物誘發壓力之不同; (3) 應該有試驗生物體的生理資料, 使無法控制的因素 (例如: 生長、生殖) 的影響減至最低; (4) 影響生化標識物的所有因素 (例如: 體內、體外) 都應該瞭解; (5) 要了解生化標識物濃度的改變是由於生理或遺傳的適應所致; (6) 生化標識物等級的增加應該和生物體的健康有相互關係。作者已考慮了以上因素, 進而評估並建議適當的生化標識物以便能監測養殖環境。

### 三、靈敏性的考慮

在一定範圍內, 以生化標識物與環境污染物的反應濃度不難找出彼此相互依存的關係。然而, 在此一劑量濃度下所作成的反應曲線, 大多是在實驗室及在人為控制的條件下所得到的結果。在野外研究方面, 生物暴露於多種化學物質與壓力環境時, 將使原來簡單的濃度反應機制變為複雜。因此, 在自然界中, 思考兩者劑量濃度的反應關係時, 必須包括化學與環境之壓力的協同因素。已有足夠的數據證實特

殊的生化標識物十分敏感，足以偵測到是否有污染物。然而，有關不同生化標識物對於特定有毒物質的靈敏度差異之資料尚不完整，因此建立更詳細的資料庫相當急迫。作者針對 3 個亞洲水產養殖區進行研究，包括韓國、香港及馬來西亞，雖然它們分屬於溫帶、亞熱帶及熱帶地區，但所遭遇的環境污染問題則相當類似。

在 Tolo 港口(香港) 和 Chinhae 海灣(韓國) 中，主要的污染物質是重金屬和三丁基錫 (Tributyltin, TBT)。三丁基錫是一種塗料成份，多用於船殼表面，以防止藻類等生物的繁生，可是此物對多數其他海中生物來說卻是一種劇毒。同樣地，Sungai Merbok 港灣(馬來西亞) 亦受到嚴重的重金屬污染，雖然目前尚未證實是否亦遭受三丁基錫的污染。此外，這三個地區遭到大量都市廢水的污染，主要的污染物有：氨、硫酸鹽和磷酸，這些物質除造成水質惡化外，亦導致養殖物常遭弧菌感染。此類問題在 Tolo 港口及 Sungai Merbok 港灣中特別嚴重。面對複雜的潛在壓力，作者建議使用結合特異的和非特異的生化標識物來評估養殖環境的安全性。分析方法建議如下：

- (一) 金屬硫新質 (Metallothionein)：把測量金屬硫新質作為第一個指標，因為當魚類及無脊椎動物受到重金屬污染時，體內即會產生該蛋白質。
- (二) 細胞色素 (Cytochrome) P450 活性：第二個指標是細胞色素 P450 的活性分析。當海水無脊椎動物和魚類對於水體中存在有特殊物質-- 如：多氯聯苯 (Polychlorinated biphenyls, PCBs)、多環芳香族碳氫化物 (Polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs) 時，其體內細胞色素 P450 的活性會提高，目的在進行解毒。此一生化反應發生在魚的肝臟內，而無脊椎動物則發生在許多的柔軟組織中。
- (三) 熱休克蛋白質表現 (Heat shock protein expression, HSP)：第三個指標是一般壓力下產生的非特異性生化標識物。作者特別建議表現程度最佳的熱休克蛋白質(HSP)，尤其是推薦分析 HSP 70，因為它是熱休克蛋白質所誘發的產物，此物對於各種各樣環境污染的壓力最敏

感。當魚類與無脊椎動物暴露於污染壓力下時，熱休克蛋白質表現可作為一般指標，目前有兩種方式分析此類物質，其一為以 mRNA 分析熱休克蛋白質，此方法分析時需要較高的技術（包括選殖特定的 DNA 片斷當作探針）；其二為以分析一般性蛋白質的方法分析，因為體內產生的抗體對多種動物的熱休克蛋白質有交互作用，檢體來源不虞匱乏，而且分析方法也比較容易。

- (四) 血清可體松含量：血清可體松是用於魚類遭受污染壓力時非特異性的生化標識物，當魚類遭受急性污染壓力時，血液中的可體松在數分鐘之內開始快速增加，而面對慢性污染壓力時，血清可體松的濃度則上升較為緩慢，因此，此一生化標識物能分別適用於測定急性和慢性的污染壓力對生物體的影響。可體松除了敏感性很高外，分析可體松的方法也很簡便，如以商業化的放射性免疫分析法(Radioimmunoassay)或者連接酵素免疫分析套組(Enzyme-linked immunoassay kits)都可使用。然而，這種生化標識物並不適用於無脊椎動物，因為受到壓力時無脊椎動物的體內並不會出現可體松。

## 四、實驗室及野外研究之建議

綜合使用在環境監測上的生化標識物之文獻顯示：(1) 多數的研究集中於北美及歐洲的溫帶生物；(2) 大部分報告與鮭鱒魚類有關；(3) 多數的研究是在實驗室內進行。生化指標應用在亞熱帶和熱帶的魚類及無脊椎動物的研究上則明顯地比較少。

觀察了亞洲 3 個水產養殖區所飼養的魚類、甲殼類及貝類，作者認為要成功地應用上述幾種生化指標來評估養殖區環境安全之前，必須先進行適當的野外研究，如可利用生態毒物學的研究方法確定對主要污染物較敏感的養殖種類，然後測量這些種類中生化指標的高低，並根據生化標識物及污染物濃度反應曲線和生物與環境的影響，評估它們的適用性和靈敏度。