

魚用新麻醉劑—丁香油及AQUI-S

許晉榮

水產試驗所海水繁殖研究中心

魚類的麻醉

和哺乳類相比，魚類的大腦顯然比較簡單，而這個簡單的大腦是否能讓魚類具有感覺疼痛的能力，目前仍有相當的爭議 (Rose, 2002 及 Sneddon, 2003)。但由人道的立場出發，即使是像 Rose 這類認為魚類沒有痛覺的學者，也建議在操作魚體時，應儘量避免讓牠們遭受不必要的傷害與壓迫。因此我們在進行水產養殖和漁業的工作時，利用麻醉劑 (anesthetics) 使魚體鎮定 (sedation)、麻醉 (anesthesia)，甚或安樂死 (euthanasia)，不僅是為了固定或限制魚體的活動，以便進行各種檢查或操作，也是對會「感覺痛苦」之生命的一種關懷。

除了麻醉和鎮定魚體之外，在活魚輸送的過程中，我們也常會在水中添加較低劑量的麻醉劑，以降低魚類代謝率、減少氧氣消耗及毒性物質累積，俾以提高輸送魚的活存率 (Hseu et al., 2000)。依 Itazawa and Takeda (1989) 的

看法，添加麻醉劑以使魚體維持在鎮靜期中 (表 1)，最適合於活魚輸送。在日本，漁民還會測量麻醉過後的魚苗在清水中的恢復時間長短，藉以挑出健康的魚苗以進行放流 (Maruyama et al., 1986 ; Shinohana, 1995)。

表 1 魚類麻醉分期表

分 期	行為變化及反射反應
I 鎮靜期	對外界刺激反應部份喪失。
II 部份失去平衡	移動不協調，繼之以活躍且怪異的游動方式。
III 完全失去平衡	前期：魚體上下翻轉，但仍具有游泳能力。 後期：游泳能力喪失，對尾柄的刺激仍有反應。
IV 麻醉期	失去反射反應，即使外界給予強力刺激亦無反應。
V 延髓崩潰期	呼吸停止，死亡。

資料取自 Mattson and Ripley, 1989

魚用麻醉劑

目前有很多化學藥物，都已被證明對魚類具有麻醉效果，它們在使用上各



有其優缺點。麻醉藥物進入魚體的方式有兩類，一是溶於水中，經由魚體的鰓部攝入，如 MS-222、benzocaine、2-phenoxyethanol、quinaldine、etomidate 等；另一則是經由注射方式進入魚體，如 ketamine、xylocaine、barbiturate。由於不同的工作場合對麻醉劑往往也有不同的要求與顧慮，且不同魚種對不同的麻醉劑常也有不同的反應，因此一個能滿足各種條件的最佳麻醉劑，事實上是 不容易找到的。不過一般來說，我們多希望所使用的麻醉劑具有誘導時間快速、被麻醉魚體恢復快、在魚體內殘留時間短、對魚體及人體毒性低、無副作用、價格低廉等優點。一般麻醉劑的使用劑量可參考 Summerfelt and Smith, 1990 或 Ross and Ross, 1999。

丁香油類簡介

本文介紹的新麻醉劑是這幾年來常被使用的丁香油 (clove oil) 及其同類型的藥物，包括丁香酚 (eugenol) 及 AQUI-S。丁香油被當作魚類的麻醉劑是近幾年的事情，它原本是一種蒸餾自丁香樹 (clove, *Eugenia aromatica*) 的花、花托或葉部的植物油，呈淺咖啡色，具有強烈的氣味，沸點在 250–260°C。由於對光敏感，所以需儲存在深色或不透光瓶中 (Soto and Burhanuddin, 1995)。丁香油中的主要成份是丁香酚、異丁香酚 (isoeugenol) 及 甲 基 丁 香 酚

(methyleugenol)。其中，丁香酚在丁香油中含量最高，因廠牌不同而有所差異，約在 85–95% 左右 (Harper, 2003)。比起丁香油，丁香酚更早被使用當為魚類麻醉劑，FA-100 即為含 10% 丁香酚的商品名 (Endo et al., 1972)。AQUI-S 則是紐西蘭開發出來的麻醉劑，它含有 50% 的異丁香酚及 50% 的 polysorbate 80，後者是一種溶劑，因為異丁香酚和丁香油及丁香酚一樣，都不溶於水，所以必須先將其溶於 polysorbate 80，再將此藥倒入水中，以產生麻醉效應。除了對魚類有麻醉效果外，丁香油或丁香酚對貝類 (Takashima, 1989; Araujo et al., 1995; Norton et al., 1996) 及甲殼類 (Ishioka et al., 1972; Gardner, 1997) 同樣也具有麻醉效果。

丁香油會在這幾年逐漸被廣泛地使用於養殖及漁業上，最早的考量點可能是在其安全性。丁香油本身是植物的天然抽出物，在牙科早已被當為局部麻醉劑 (local anesthetic) 使用多年 (Briozzo et al., 1989)，又具有抗細菌 (Smith-Palmer et al., 1998) 及黴菌 (Bullerman et al., 1977) 等特性，可用以保存食物。依美國食品藥物管理局 (United States Food and Drug Administration, FDA) 的分類，丁香油屬於“一般視為安全級 (generally regarded as safe, GRAS)”的化學物質，可直接添加在人類食物上，而丁香酚和異丁香酚同樣也被 FDA 視為 GRAS 級，可添加於動物及人類食物上。不過丁香

油的氣味強，本身又是揮發性液體，即使稀釋後氣味仍相當明顯，雖說 Soto and Burhanuddin (1995) 認為在施用丁香油時連手套都不需要帶，筆者的經驗除了有點嗆鼻外，似乎也未見有不適的症狀。不過，在 Sigma 的包裝上仍註明：眼睛及皮膚直接接觸到丁香油會有刺激的效果；此外也有報告指出，孩童因誤食丁香油而造成中樞神經系統及泌尿系統受損的情形 (Lane et al., 1991)，因此，我們認為在施用時最好還是能帶手套並避免接觸原液，且在較通風處進行較佳。截至目前為止，FDA 准許使用在魚類身上之麻醉藥劑仍只有 MS-222，且麻醉後之魚體需經 21 天的停藥期才能出售，丁香油或其主要成分仍未被准許當作新的動物藥劑施用於魚類身上 (Harper, 2003)。

丁香油類的使用

一、麻醉

許及張 (2000) 以丁香油麻醉金目鱸、點帶石斑、赤鰭笛鯛、虱目魚及海鱺等魚類的稚魚，發現高者 50 ppm，低者 25 ppm 的丁香油即可達到理想的麻醉效果 (3 分鐘麻醉，5 分鐘內恢復) (表 2)。Munday and Wilson (1997) 以五種麻醉劑 (MS-222、benzocaine、quinaldine、2-phenoxyethanol 及丁香油) 麻醉雀鯛時，發現丁香油的有效濃度僅高於 quinaldine，遠低於 MS-222 與 2-

phenoxyethanol。他們也發現和其他四種麻醉劑比較起來，在相同的麻醉時間下，以丁香油麻醉的雀鯛恢復時間最長，類似的情形在溫等 (2000) 的實驗也曾提過。然而在筆者的研究中，五種魚類在各濃度丁香油的麻醉下，均在 2 分鐘內甦醒，恢復時間並不長。事實上，以點帶石斑為例，在麻醉誘導時間相近的情況下，被丁香油麻醉的稚魚還比被 2-phenoxyethanol 麻醉者恢復得快 (葉等, 1996)。由於使用劑量低，丁香油在施用時所需之費用就較為便宜，這也是許多作者認為丁香油可以取代 MS-222 的原因之一，表 3 所列是丁香油 (酚) 運用在一些魚類的麻醉情形。

一般建議以 AQUI-S 麻醉魚類的用量是 17 ppm，在 17-25 ppm 麻醉時間會逐漸變短，超過 30 ppm 以上就比較不建議使用了 (Treves-Brown, 2000)。

二、活魚輸送

目前尚未見到有將丁香油、酚或 AQUI-S 運用於活魚輸送的報告。在我們的實驗中 (許及張, 2000)，除了部分點帶石斑的麻醉程度較深外，其他魚類在 10 ppm 丁香油溶液中浸泡 1 小時都還可維持在較淺的麻醉狀態或鎮靜狀態。Takashima (1989) 曾調查丁香酚對多種魚類的 1 小時安全鎮靜濃度 (魚體浸泡在麻醉溶液中 1 小時取出，在清水中恢復，24 小時未死亡的麻醉劑濃度)，發現多半在 8-20 ppm，而張等 (2003) 最近也發現 5-10 ppm 的丁香酚具有降低黃



表 2 丁香油對等五種海水魚類的麻醉情形 (水溫 28–31°C、鹽度 30–31 ppt)

魚種	濃度 (ppm)	麻醉時間 (分)	恢復時間 (分)
金目鱸 (<i>L. calcarifer</i>) (4.7 g)	10	> 60 ^a	-
	25	3.15 ± 0.21	1.23 ± 0.11
	37	1.92 ± 0.08	1.36 ± 0.14
	50	1.05 ± 0.03	1.09 ± 0.04
	63	0.83 ± 0.05	1.46 ± 0.20
點帶石斑 (<i>E. coioides</i>) (3.4 g)	10	> 60 ^a	-
	25	2.83 ± 0.17	0.59 ± 0.07
	50	1.10 ± 0.10	0.59 ± 0.04
赤鰭笛鯛 (<i>L. erythropterus</i>) (3.3 g)	10	> 60 ^a	-
	25	2.30 ± 0.20	0.93 ± 0.15
	50	0.95 ± 0.02	0.89 ± 0.08
虱目魚 (<i>C. chanos</i>) (2.3 g)	10	> 60 ^a	-
	25	6.65 ± 0.27	1.69 ± 0.16
	50	2.05 ± 0.21	1.87 ± 0.35
	75	1.27 ± 0.16	2.37 ± 0.26
海鱸 (<i>R. canadum</i>) (5.5 g)	10	> 60 ^a	-
	25	1.89 ± 0.11	0.98 ± 0.08
	50	1.00 ± 0.13	1.41 ± 0.08

^a 浸於麻醉劑溶液中 1 小時仍未達完全失去平衡狀態 (資料取自許及張, 2000)

表 3 丁香油對幾種淡、海水魚類的麻醉效果 (麻醉狀況為完全失去平衡; 麻醉時間及恢復時間為平均值)

魚種	魚體大小	水溫 (°C)	劑量 (ppm)	麻醉時間 (分)	恢復時間 (分)
虹鱒 (<i>O. mykiss</i>) ¹	22 g	11	120	1.1	5.3
			40	4.1	2.9
	554 g	11	120	1.1	4.0
			40	2.4	3.0
刺胸鱸 (<i>S. vitreum</i>) ²	36–75 cm	10	40	6.2	7.1
			60	4.3	10.9
			80	4.3	10.3
			120	2.8	12.5
湖鱒 (<i>A. fulvescens</i>) ²	26–29 cm	10	60	6.1	8.9
小口鱸 (<i>M. dolomieu</i>) ²	21–33 cm	10	60	3.1	6.0
梭子魚 (<i>E. lucius</i>) ²	27–34 cm	10	60	6.4	7.8
鰻魚 (<i>A. reinhardtii</i>) ³	43–106 cm	25	20	6.1	1.0
			40	3.7	1.2
			60	3.2	2.1
			80	4.1	1.8
			100	3.7	2.6
鯛魚 (<i>S. auratus</i>) ⁴	90 g	15	120	2.7	3.3
			50	2.0	3.8
			100	1.5	3.5
駝魚 (<i>P. brachypomus</i>) ^{5*}	603 g	20–23	200	1.0	6.0
			50	4.8	8.9
			100	3.5	9.4
臭都魚 (<i>S. lineatus</i>) ⁶	7.5–12.3 cm	27–29	200	3.0	>10
			100	2.2	1.3

* 使用丁香酚

資料來源：¹ Anderson et al. (1997)；² Peake (1998)；³ Walsh and Peake (2002)；⁴ Tort et al. (2002)；⁵ Sladky et al. (2001)；⁶ Soto and Burhanuddin (1995)

臘鰻耗氧率的效應，此皆顯示低劑量的丁香油或丁香酚或許可作為輸送活魚的添加劑。至於在 AQUI-S 方面，用於產生鎮靜效果的濃度約是 6 ppm 左右 (Treves-Brown, 2000)。不過因各魚種對這些麻醉劑的反應不同，實際運用於活魚輸送的效果，仍有待進一步的實驗證實。

三、生理變化

魚類經丁香油、丁香酚或 AQUI-S 麻醉後所產成之生理變化，尤其是壓迫反應，在 2000 年後陸續有人進行研究。魚類在面對操作、擁擠、手術等壓迫時，血中的兒茶酚胺類 (catecholamine)，如正腎上腺素 (norepinephrine)，和腎上腺皮質素 (cortisol) 都會快速上升，此稱為一級壓迫反應，一級壓迫反應會接著誘發二級壓迫反應，造成肝糖分解、血糖、血容積比及血紅素上升...等現象，如果這個壓迫是長期的，還會出現像成長遲緩、抗病力下降等三級壓迫反應 (Jobling, 1994)。

目前有些學者 (如 Wagner et al., 2002 ; Iversen et al., 2003 ; Small, 2003) 發現，以丁香油類麻醉魚體時，血中腎上腺皮質素濃度會被抑制而不會上昇，可以有效防止一級壓迫反應的發生。但相反的，也有些研究顯示 (如 Davidson et al., 2000 ; Tort et al., 2002)，丁香油類麻醉劑雖然有不錯的麻醉效果，但對魚體而言，有時它本身也是一種壓迫源，會使得被麻醉魚體比對照組有更高的腎上

腺皮質素。此種結果在使用其他的麻醉劑時也曾發現 (Hseu et al., 1996)，此或許有些是因為魚種、體型、方法、劑量、環境等不同所造成的差異，但有些情形我們也無法合理的解釋。從以往的經驗可以發現，通常以較高濃度的麻醉劑快速地麻醉魚體，生理指數的變化會較少，此可能是因為壓迫反應也需要時間來發展所致 (Smit, 1979 ; Ferreira et al., 1981 ; Hseu et al., 1996)。Iversen et al. (2003) 即發現，以較高劑量的丁香油或 AQUI-S (20-100 ppm) 麻醉太平洋鮭時，血中腎上腺皮質素濃度就比低劑量者 (10 ppm) 來得低。

結語

這幾年在魚類麻醉劑的選用，總是從兼顧人與魚的角度來考量，對魚而言，效果要強，殘留要短，對人而言，沒有毒性和環境污染則是首要的考量，而丁香油類的麻醉劑大抵上都還能滿足這些要求。近年來，台灣也逐漸有人使用丁香油作為魚類麻醉劑，AQUI-S 則尚未聽說有人引進。由養殖及漁業相關的雜誌看來，這類麻醉劑在美、加、歐洲與紐、澳的使用情形似乎愈來愈普遍，研究也越來越多，本文簡短的介紹這類新魚用麻醉劑，希望能提供一些資訊給應用者參考。