

養殖魚類泥土味之防止與去除

湯 弘 吉

省水產試驗所竹北分所

前 言

本省水產養殖已有悠久歷史，其中淡水養殖魚類最早研究開發的是鯉科之草、鱧魚、鯉魚等，其養殖方式大都採混養之粗放養殖，以充分利用池塘空間和池中的天然餌料生物。桃園、新竹地區有許多兼具灌溉和養殖功能的大型埤圳，這些埤圳通常3~4年清池一次，整年不斷的間捕出售，業者間流傳一句話——白露前的白鱧不能網捕出售，因白鱧有特殊怪異的味道，無法讓消費者接受。這是由於白鱧是吃植物性浮游生物，白露前正值夏天，植物性浮游生物大量繁衍，其中不乏會製造，分泌引起泥土味物質的藻類。白鱧大量攝食會引起魚體泥土味藻類後則魚肉具有不為消費者接受的泥土味。漁牧綜合養殖業者為提高池塘天然生產力以達增產目的之最經濟、有效方法是施用家畜排泄物之有機肥料，促使初級生產者藻類大量繁衍，由於藻類族群之消長沒有選擇性，當藻類族群中若含有會引起泥土味之藻類，則魚體泥土味之濃淡即隨池中會引起泥土味藻類之多寡而改變，此為池塘施肥提高魚池天然生產力之副產物。最近，隨著水產養殖技術的開發、精進，養殖方式已由過去粗放養殖逐漸精進為高密度集約養殖，導致池塘等水域富營養化，其富營養化現象有類似施肥之效果，其結果不但使藻類大量繁生，亦使池中的黴菌類繁衍，養殖池魚具有泥土味是高密度集約養殖的副產物。

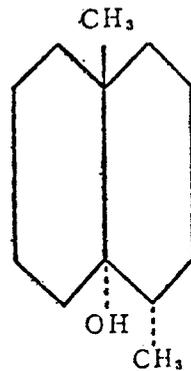
本省北部養殖已高度集約養殖，即使漁牧混養池亦大量施肥和投飼補充飼料，以致池水高度富營養化成為藻類、黴菌類繁衍的溫床，本省大部分養殖魚種都曾有發生泥土味，其中以吳郭魚、鯉魚最普遍，高價之鰻魚、草蝦等亦曾經因具有泥土味而品質低落，致產生滯銷情形，既使削價亦不易銷售。養殖魚類之泥土味已隨國民所得及生活水準之提高，而成為不容忽視之養殖問題。提高養殖魚類品質，讓社會大眾樂意接受，是提高養殖經濟效益和促銷方法之一。

養殖魚類泥土味之起因

Thayson (1936) 研究結果認為蘇格蘭河流內鱒魚之泥土味是由河兩岸泥土中放射狀菌類 (Actinomycetes) 新陳代謝之有機物質所引起。這些有機物質在水中為鱒魚吸收蓄積魚體內使之呈現泥土味。Ashner (1969) 等報告，以色列養殖鯉魚之泥土味是由於一種藍綠藻 *Oscillatoria tenuis* 所引起。美國中南部及東南部集約養殖之美國河鯰亦屢見帶有泥土味 (Lovell, 1971)，1971 秋天約有50%池塘內之美國河鯰帶有泥土味，雖已達上市體型却無法上市銷售，嚴重影響經濟效益。實驗室已證實藍綠藻和放射菌能引起魚體帶有泥土味 (Lovell, 1972)，但並非所有藍綠藻與放射狀菌均會使魚帶有泥土味，僅其中數種而已。

引起魚體泥土味之化學物質有 Geosmin^(4,7,11,12,13,14,15)、Mucidene⁽⁸⁾、2-Methylisobornel^(12,13) 等。其中最重要的是 Geosmin，此為無色、具有很強泥土味之中性油類，分子式為

$C_{12}H_{22}O$ (4)，構造式如圖一 (8)。藍綠藻中 *Symploca muscorum*、*Oscillatoria tenilia*、*Lyngbya of. aestuarii* 及某些放射狀菌類能製造並含有 Geosmin (4,6,11,13,14)。Yurkowski and Tabacheck (1974) 更進一步自加拿大湖中帶有泥土味虹鱒抽取分離出 Geosmin，充分顯示虹鱒泥土味是由 Geosmin 所引起。魚體內 Geosmin 含量每100克魚重含量超過 $0.6 \mu g$ 以上，則能使之噴出泥土味。Geosmin 含量愈多，泥土味則愈重 (15)。



Trans-1,
10-dimethyl-trans-9-decalol

圖一：Geosmin 構造式

美國奧本大學自1971年開始野外田間調查研究美國河鯰之泥土味，發現池魚之有無泥土味與季節、地理位置、池塘形式等沒有密切關係 (8)。1973年奧本大學水產養殖試驗場選取 40 個魚池調查魚之泥土味。在早春，其中三個魚池魚有顯著泥土味，而這些池內均含高密度藍綠藻 *Anabaena circinalis*。將不具有泥土味之美國河鯰置於小型箱網內再移至此三個魚池內，只經過一天，本來不具泥土味之魚已呈顯著泥土味，至七天後，則魚之泥土味更濃。夏季及早秋未發現任何池魚有泥土味。但晚秋時又有三個池塘內之池魚具有泥土味，其中一魚池內有高密度之 *A. circinalis*，另二池內有高密度之 *Volvox aureus*。40 個試驗池內幾乎每個試驗池內均有高密度之藻類。但只有 *A. circinalis* 和 *V. aureus* 二種藻類與魚具泥土味有關。在這些使魚具有泥土味之池內並未發現能產生泥土味之放射狀菌。Lovell (1972) 於已含有能引起魚體泥土味之藍綠藻 *S. muscorum* 和 *O. tenuis* 試驗槽內移入體重 50 克之美國河鯰，經一段時間後察看魚體蓄積泥土味情形，發現魚在含有 *S. muscorum* 容器內僅一天即有顯著之泥土味，二天後其泥土味較之第一天者更濃烈。約經 10 天到 14 天其泥土味達到最高點。另將魚蓄養在經濾除藻體之該藻類培養液中，魚體亦同樣蓄積泥土味，並在第 14 天達到最高點。魚在濾除藻體之培養液中所蓄積泥土味強度顯著低於蓄養在具藻體之培育液中者，又 *O. tenuis* 所引起之泥土味最大強度比 *S. muscorum* 所引起者小 (表一)。Dr. Boyd (1980) 研究養殖美國鯰魚之泥土味時發現，單位面積投餌量愈高者，養殖池魚發生泥土味之機會愈高，所具之泥土味愈重。

表一：不具泥土味美國河鯰，移至培育有能產生泥土味藻類培養液或已濾除該藻體之藻類培養液中，魚體蓄積泥土味隨時間變化情形。魚體泥土味強弱以泥土味點數 (Average sensory panel scores) 表示，依強弱分成 1 至 10 個點數。10：不具泥土味，8：稍具泥土味，6：具顯著泥土味，4：具重泥土味，2：具極重泥土味。

魚 蓄 養 試 驗 槽	魚 蓄 養 天 數						
	0	1	2	4	6	10	14
藻類 <i>S. muscorum</i>	9.8	6.8	5.7	5.7	5.7	2.8	3.0
<i>O. tenuis</i>	9.0	8.5	8.0	6.7	6.7	6.6	4.7
已濾除藻體之藻類培養液	9.0	9.1	—	8.5	8.5	6.0	5.3

魚蓄養於已濾除藻體的藻類培養液內所引起之泥土味與蓄養於同種的藻類培養池中所引起之泥土味相似。這表示引起泥土味之 Geosmin 能溶解在水中，經由魚鰓粘膜吸收進入循環系統蓄積體內。由表一顯示魚自濾除藻體的藻類培養液中吸收泥土味物質效率遜於直接自含藻體之藻類培養液，可見魚體攝食之藻體亦是泥土味來源之一。上述試驗說明，藍綠藻如 *S. muscorum*, *O. tenuis* 能產生引起泥土味之 Geosmin 物質，魚能吸收 Geosmin 並蓄積體內。短短一天時間即能使魚蓄積足夠 Geosmin 呈現泥土味，如魚亦攝食藻類的話，泥土味蓄積得更快。

養殖池魚泥土味之控制

池魚泥土味之去除，傳統方式之一是將有泥土味魚蓄養於流水池內一段時間，等候泥土味自然消失。奧本大學將有泥土味美國河鯰蓄養於以活性碳過濾之流水試驗槽內，在 16°、22° 和 26°C 不同溫度下，經過 0、3、6、10 和 15 天後，魚體內泥土味去除之情形如表二⁽⁶⁾。在水溫 16°C 流水池中需 10 至 15 天來去除魚體內泥土味，這期間魚體重減少 9%；在 22°C 水溫僅需 6 至 10 天，體重減輕 10~13%；又水溫在 26°C 時所需時間與在水溫 22°C 相同，但體重減輕 15~17%。因此，欲去除魚體之泥土味時可將魚蓄養在流水池中，所需時間依當時水溫及泥土味強度大小而定，約需 5~15 天，魚因不攝食，體重約減輕 9~17%。另試驗槽內將美國河鯰蓄養於 *S. muscorum* 培養槽中 14 天，使魚體內蓄積 Geosmin 後再移至水溫 25°C 流水池中去除 Geosmin，其消失情形如表三。在 25°C 水溫中三天，Geosmin 已顯著減少，經 10 天時，Geosmin 已減少至與對照組相同。Geosmin 引起之濃重泥土味，於 25°C 時可在 10 天內去除。

表 二：美國河鯰蓄養於流水槽內魚體及泥土味強度變化情形

水 溫 °C	0 天		3 天		6 天		10 天		15 天	
	泥土味 點 數	體 重 (%)								
16	4.7	100	7.1	95	7.1	93	7.4	92	9.1	91
22	4.9	100	8.7	90	8.7	90	9.3	87	9.6	85
26	5.0	100	8.7	87	8.7	85	9.6	83	9.6	82

表 三：美國河鯰蓄養於 *S. muscorum* 培養槽中 14 天，繼之移至流水槽中後，隨時間泥土味消失情形並與對照組比較

	蓄 養 天 數 ， 25°C					對 照 組
	0	3	6	10	15	
泥 土 味 點 數	3.2	5.7	6.7	8.7	9.0	9.1

養殖池魚泥土味防除實務

魚體泥土味之防除可分三方面：(1)控制魚池養殖環境使泥土味物質無由產生；(2)如魚已具有泥土味，設法去除；(3)應用加工調味改善產品使無泥土味。

(一)養殖池環境之控制：

池塘由於投餌及池魚之排泄物使池水含有豐富養分，致使藻菌類大量繁衍生長難以控制。下列方式可使藻菌類減至最少。

- (1)使用高品質飼料及改進投餌技術使殘餌減至最少。由於殘餌及未被吸收利用之有機物和無機養分將刺激促進這些產生泥土味藻菌類生長繁殖。
- (2)池塘經常換水。不但可使池內泥土味濃度降低且可排除未利用之營養分，減少藻菌類繁殖之機會。
- (3)以化學藥劑清除控制池塘內之藍綠藻，如定期施用硫酸銅0.34 kg/ha 可抑制 *Microcystis* 之生長⁽⁶⁾。由於池塘水透明度太高亦非恰當；通常讓池水維持適當透明度，收穫前如池魚有泥土味再施用化學藥劑去除藻類，並經過一段時間後應可完全去除泥土味。
- (4)提高池水濁度。可用機械方法或混養下層及底棲魚類如鯉魚使池水混濁提高濁度來緩和浮游性植物之生長、繁衍。另外懸浮泥土顆粒亦會吸收部份泥土味物質。

(二)魚體泥土味之去除：

- (1)池塘內泥土味物質有時會出現但非經常有，可以選在池魚沒有泥土味那一段期間內趕快收穫。美國河鯰業者遇到池魚有泥土味無法收穫時，仍把魚留在原池內，儘量換池水並注意投餌量，務使池魚儘量減少攝食有機碎屑，一俟池魚體每100克中含 Geosmin 量降至 0.6 μg ，嚐不出泥土味時立刻收穫出售。
- (2)將池魚移至乾淨之流水式魚池或蓄養池中蓄養。所需時間依水溫及魚體泥土味強度而異，約5至14天即能去除泥土味。池魚在蓄養池中如能攝食則魚體重不會減少，否則體重會減少9至17%。
- (3)Ousterhaut⁽⁸⁾ 發現魚收穫前數天將池水鹽度提高至10%，則池魚不會有泥土味。這是由於池水中，鹽度破壞水中藻類相和污泥中微生物如放射狀菌等之緣故。

(三)應用加工調味改善魚產品使無泥土味：

- (1)虹鱒⁽⁹⁾、美國河鯰⁽⁷⁾ 經5至6.5小時烘培製成燻魚後，香味芬芳且燻香遮掩了泥土味，頗受消費者歡迎。
- (2)Iredale and Shaykewich (1973) 報告虹鱒魚排經蒸煮再加植物油後封罐可去除泥土味。

異味 (Off-flavor) 之種類

養殖池魚之異味 (off-flavor) 最早研究且研究最多的是泥土味 (Earthy-musty)。早期魚異味之研究以為魚異味僅有一種——泥土味，其實魚異味有很多種。Lovell (1982) 認為美國河鯰之異味，目前已知的除了泥味外，還有下水道穢物味 (Sewage)、陳舊 (不新鮮) 味 (Stale)、腐臭味 (Rancid)、金屬澀味 (Metallic)、霉味 (Weedy) 和汽油味 (Petroleum) 等，由表四之異味點數，可知泥土味 (Earthy-musty) 點數最少，異味最濃，所以最早研究之異味問題均是泥土味 (Earthy-musty) 方面，其出現率次於下水道穢物味和陳舊味，但由於這二種之異味淡、不易察覺，反而不如 Geosmin 引起之泥土味受重視。

表 四：美國中南部24個美國鯰魚養殖池之養殖池魚異味種類、異味強弱和發生頻率

異 味 種 類	異 味 次 數	異 味 強 弱
Sewage	6	6.8a
Stale	5	6.6a
Earthy-musty	4	3.9b
Rancid	2	5.5ac
Metallic	2	5.5ac
Moldy	2	5.7a
Weedy	2	4.8bc
Betroleum	1	4.0b
Total	24	

結 論

魚體內之異味 (off-flavor) 如泥土味是由於某些特殊物質如 Geosmin 等在體內蓄積所引起。這些物質存在水中經由鰓、皮膚被動吸收蓄積魚體內，在達到相當濃度後使魚呈現異味。這些異味物質有些已被分離、粹取，證實是引起魚體異味之物質。魚體異味之種類有很多，目前僅對泥土味瞭解較多，發生原因也僅略知皮毛。因應目前魚之泥土味問題，急需探討出泥土味形成之原因、消除泥土味之方法及發展出一有效簡便探測泥土味之方法或儀器，使大家能吃到可口鮮魚，不再有泥土味。

參 考 文 獻

1. Aschner, M., C. Laventer and I. Chorin-Kirsch. 1969. Off-flavor in carp from fish ponds in the costal plain and the Gelidee. *Bamidgeh.*, 19(1): 23-5.
2. Brown, S. W. and C. E. Boyd. 1982. Off-flavor in commercial ponds. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 111: 379-383.
3. Dougherty, J. D., R. D. Campbell and R. L. Morris. 1966. Actinomycetes, isolation and identification of agent responsible for musty odours. *Sci. Wash., D. C.*, 152: 1372.
4. Gerber, N. N. and H. A. Lechevalier. 1965. Geosmin, an earthy-smelling substance isolated from actinomycetes., *App. Microbiol.*, 13: 935.
5. Iredale, D. C. and K. J. Shaykewich. 1973. Making muddy flavor in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) by smoking and canning process. *J. Fish. Res. Board Can.*, 30: 1235-1239.
6. Lovell, R. T. 1971. The earthy-musty flavour in intensively-cultured catfish. *Proc. Assoc. South. Agric. Workers.*, 67: 102.
7. Lovell, R. T. 1972. Absorption of earthy-musty flavour by channel caifish held in

- monospecies cultures of geosmin-producing blue-green algac. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 103: 775-777.
8. Lovell, R. T. 1976. Flavor problems in fish culture. *FAO Technical Conferamce on Aquaculture*.
 9. Lovell, R. T. 1983. New off-flavors in pond-cultured channel catfish. *Aquaculture.*, 30: 329-334.
 10. Lovell, R. T. and G. R. Ammerman. 1973. Processing farm-raised catfish. *Southern Cooperative Series Bulletin*. 193.
 11. Medsker, L. L. and J. F. Thomas. 1968. Odorous compounds in natural waters: an earth-smelling compound associated with blue-green algae and actinomycetes. *Environ. Sci. Techol.*, 2: 461-464.
 12. Rosen, A. A., C. I. Mashni and R. S. Saffernan. 1970. Recent developments in the chemistry of odour in water: the cause of earthy-musty odour. *Water Treat. Examination.*, 19: 106-119.
 13. Rosen, A. A., C. I. Mashni and R. S. Safferman. 1970. Recent developments in the chemistry of odour in water: the cause of earthy-musty odour. *Water Treat. Examination.*, 19: 106-119.
 14. Tabachek, J. L. and M. yurkowski. 1976. Isolation and identification of blue-green algae producing muddy odor metabolites, geosmin, and 2-methylisoborneol, in saline lakes in Manitoba. *J. Fish. Res. Board Can.*, 33: 25-35.
 15. Thaysen, A. C. 1936. The origin of an earthy or muddy taint in fish. *Ann. Appl. Biol.*, 23: 99-109.
 16. Yurkowski, M. and J. L. Tabachek. 1974. Identification, analysis and removal of geosmin from muddy-flavored trout. *J. Fish. Res. Board Can.*, 31(12): 1851-1858.