

魚類臭土異味之防治

湯 弘 吉*

飲用水及食用水產生物帶有令人厭惡的味道之現象，是世界性普遍存在的問題。於日本有40%的飲用水水源曾有臭土異味現象，本文為對前文⁽⁹⁾之補述。這些使人討厭的異味，都是由藻類和水生黴菌所產生^(1, 5, 11, 13, 15, 20)。依藻類，水生黴菌種類不同，其所產生的異味也不盡相同，有的藻菌類同時產生二種異味物質如藻類之 *Oscillatoria tenuis*, *O. borneyi* 和放射狀菌 *Streptomyces* 屬六品系中之四品系，同時產生 Geosmin 和 2-Methylisoborneol。也有只產生一種異味物質 Geosmin 者，如 *Anabaena macrospora*^(15, 36)。臭土異味化合物有 Geosmin, 2-Methylisoborneol, mucidone 等，不同臭土味物質之化學結構、穩定性，及人類味覺之感覺亦不相同，如 Geosmin 比 2-Methylisoborneol 較不穩定⁽¹⁵⁾，在流水過程中 Geosmin 濃度逐漸顯著下降，如上游水中具臭土味，但水流至下游，Geosmin 可能已接近消失，但 2-Methylisoborneol 則相當穩定，上游和下游濃度幾乎一樣，此情形在養殖池魚之現象為池魚臭土味變動和去除之難易。

藻類如藍綠藻之 *Oscillatoria tenuis* 所產生之 Geosmin 絕大部分99%是存在藻體內，是以與蛋白質結合狀態存在，真正釋放至水域中之 Geosmin 才 1%⁽³⁶⁾。而細胞內和細胞外異味物質之比隨異味種類而異，Geosmin 之比值比 2-Methylisoborneol 大，顯示大部分集中在藻體內。藻體細胞內的 Geosmin 是呈結合狀態與細胞膜的 thylakoid 在一起⁽³⁶⁾，因此，藻類如被攝食分解，細胞內容物流出，臭土味物質亦隨之釋出。此說明了魚蓄養於已濾除藻體的藻類培養液內所引起之泥土味強度比魚蓄養於含有藻體的藻類培育池中所引起之臭土味強度較弱之現象。

已有的研究結果顯示、池魚體內之異味物質是由池水域內的生物如藻類，菌類於其體內產生，再釋出或被池魚攝食而蓄積於池魚體內⁽²⁰⁾。緣此，欲防治池魚異味，必先防止此類之藻菌類在池塘水域中發生，甚至大量繁衍滋生。水域中引起異味物質之藻種出現頻率，往往並不是優勢種，約在0.5%以下⁽¹⁾。由於養殖池魚臭土異味之發生與養殖池生態環境水質間未見顯著之關係，目前尚未有資料顯示，可從養殖池之生態環境及水質分析來預測可能引起臭土味之藻類將發生，而予以有效的防止。有些引起臭土異味藻類之消長受生態環境之影響，如 *Oscillatoria brevis* 光照度愈強，則族群密度愈低，又如降低氮和磷營養量則臭土味含量降低，其藻體生長亦趨緩⁽²⁵⁾。

魚體臭土異味之防治與去除

池魚魚體臭土異味根本防治之道是研究發展出一可行、有效方法，於養殖水域內選擇性培養，繁衍滋生對養殖魚類有益的藻、菌類，且能防止會產生臭土異味之藻，菌類發生，繁衍，完全根絕臭土味化合物之發生。此方面之研究正積極進行中。養殖池魚臭土異味防治可依各自養殖池經營環境和型態，選取下列中適當方法進行。

1. 池塘內臭土異味物質有時會出現，但非經常有。池魚屆上市體型出售前，定期檢視池魚異味程

*台灣省水產試驗所竹北分所

- 度後選擇池魚沒有臭土異味時網捕上市。由於池魚異味程度受養殖池環境及水質影響，一俟池魚臭土異味降至味閾以下時立即網捕出售。如果養殖池水源豐富，配合加強注水換水，一則排除池水中臭土異味化合物和稀釋藻類密度，再則改善養殖池水質，加速池魚臭土異味去除，效果更顯著。
2. 將具臭土異味池魚移至鄰近池魚已出售清池之未具臭土異味魚池環境中。由於池魚移至未具臭土異味環境中，魚體內臭土異味化合物很快釋出，進入池水中的臭土異味除了不斷被稀釋外且構成池塘之底泥等能吸附臭土異味化合物，因此，池魚移至未具臭土異味池中，池魚異味約經一星期左右消失。最常應用的魚種為吳郭魚，由於換池之魚池大，一次可大量處理，如運用相鄰之魚池來消除池魚異味，比其他方法有效，實惠又經濟。
 3. 有些養殖池之臭土異味由於養殖魚種和養殖型態，可利用提高池水濁度來防治引起臭土異味藻、菌類滋生。如於養殖池中混養下層及底棲魚類如鯉魚使池水混濁，減少光照度來降低光合作用，使藻類生長、繁衍受抑制，密度逐漸降低而達到消除臭土異味效果。由於底棲魚類會攪動池泥使池水含許多懸浮泥土顆粒，泥土顆粒不僅可降低透明度，顆粒本身亦會吸附臭土異味化合物，此外池水透明度降低導致的生態變化，有時亦能達到除藻去除臭土異味效果。
 4. 改變養殖池方水來源或飼料，則其中內含之營養鹽，營養成分亦隨之改變，導致藻、菌類的消長，如改變飼料原料或飼料品質，則殘餌、排泄物內組成改變，以致藻、菌類因改變飼料導致缺失所需營養成份而衰退，臭土異味隨之消失。
 5. 有些淡水魚類如吳郭魚，於出售時如有臭土異味，可酌予提高池水鹽度。已有研究顯示，鹽度逐漸提升至10‰以上，池魚臭土異味逐漸消失^(2, 3, 20)。如養殖池臨近海邊取得海水方便，提高池水鹽度來消除池魚臭土異味，不失為一經濟有效方法。
 6. 將池魚移至乾淨之流水式魚池或蓄養池中蓄養，以去除魚體臭土異味之方法，有效而實用，但很難大規模，企業化。通常約蓄養5—14天來去除魚體臭土異味⁽²⁰⁾。
 7. 應用加工調味來改善魚產品使無臭土異味，是利用 Geosmin 易溶於油且經酸之作用轉變為不具泥土味易揮發之化合物，於蒸煮過程中去除。
 8. 除藻劑：有些浮游性藻類使池魚帶有濃重之臭土異味，除藻劑對所有浮游性藻類均有殺除效用，沒有選擇性，施用濃度一般在0.5ppm，施用後，數日內殺除池塘內所有藻類，結果雖將引起臭土異味藻類去除，其他不但無害却有益養殖的藻類也一併去除。所以慎選適當除藻劑濃度，使引起池魚臭土味藻類降至相當密度，則池魚臭土異味自然消失，達到防治池魚臭土味目的，又能保持適當透明度。
 9. 臭氧：引起魚體臭土味化合物— Geosmin, 2—Methylisoborneol 為飽和醇類，抗氧化分解，因此，氯氣和高錳酸鉀只能破壞 Mucidone，對 Geosmin, 2—Methylisoborneol 效果小。但可選用臭氧來消除，尤其應用在飲用水方面。臭氧以 2—5 mg/l 劑量來處理臭土異味化合物可使臭土味化合物降低75—100%。又以臭氧 7 mg/l 劑量可去除水中的臭土味化合物—Geosmin, 2—Methylisoborneol, 2,4,6—Trichloroanisole, 1—Octen 3—one, Dimethyl trisulphide。如先以臭氧處理再經微生物過濾裝置則效果更顯著⁽¹⁵⁾。
 10. 石灰：一般魚池於放養池魚之前常施石灰，有消毒、中和和提高酸鹼度等作用，達改善，保持水質目的。施石灰可提高池水硬度，增加有效磷量等。緣此，養殖池施用石灰，則池水水質生態環境隨之改變，藻類密度和族羣組成等可能隨有效磷多寡而變化。如會引起臭土味藻類或放射狀菌增加或減少，池魚臭土味程度將因之消長⁽⁸⁾。
 11. 生物防治：有些微生物能分解利用臭土異味化合物變為其他不具臭土味化合物而達防治目的，

如細菌 *Bacillus cereus* 和 *Bacillus subtilis* 於活性炭濾池 (activated carbon filter) 內可去除50—60%的 2-Methylisoborneol 或70%的 Geosmin, 另一種酵母 *Candida sp* 具有能分解臭土味化合物 2-Methylisoborneol 之酵素, 能分解 2-Methylisoborneol 為不具臭土味化合物^(14, 28)。

參 考 文 獻

1. 吳俊宗, 1986. 養殖環境改善及魚類異味之防止與去除—藻類與泥土味關係, 農委會漁業特刊第 5 號, 95—105。
2. 郭世榮、丁雲源, 1985. 台灣南部養殖魚類泥土味調查研究, 農委會漁業特刊第 5 號, 47—55。
3. 郭世榮、丁雲源, 1986. 台灣南部養殖環境調查和消除魚類臭土味試驗, 農委會漁業特刊第 5 號, 77—71。
4. 黃文英、溫惠美、陳景川, 1986. 高屏地區養殖魚類臭土味之防除, 農委會漁業特刊第 5 號, 89—93。
5. 湯弘吉, 1986. 養殖魚類泥土味之防止與去除, 農委會漁業特刊第 5 號, 27—32。
6. 湯弘吉、白隆慧, 1985. 台灣北部淡水養殖魚類泥土味之研究, 農委會漁業特刊第 5 號, 33—46。
7. 湯弘吉、白隆慧, 1986. 台灣北部淡水養殖環境及養殖魚類泥土味研究, 農委會漁業特刊第 5 號, 61—67。
8. 閻立平, 1986. 養殖環境與產土味放線菌發生之關係農委會漁業特刊第 5 號, 107—117。
9. Aschner, M, C. Laventer and I. Chorin-Kirsch. 1986. off-flavor in carp from fish ponds in the costal and the Gelidee. *Bamidgeh.*,19(1)23—5.
10. Brown, S.W. and C. E. Boyd. 1982. Off-flavor in commercial ponds. *Trans.Am. Fish. Soc.*, 111:379—383.
11. 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.
12. Dougherty, T.J., and R. L. Morris. 1967 Studies on the removal of actinomycete must taste and odors in water supplies. *J. Am. Water Works Assoc.* 59: 1320—1326.
13. Gerber. N. N. and H.A. Lechevalier. 1965. Geosmin, an earthy—smelling substance isolated from actinomycetes.,*App. Microbiol.*, 13: 955.
14. Hohen, R.C. 1965. Biological methods for the control of taste and odors. *Southwest water works J.* 47:26.
15. International Association on Water Pollution Research and Societas Internationalis Limnologiae. 1987. Second International Symposium on off-flavours in the Aquatic Environment Abstracts. pp25.
16. Iredale, D. C. and K. J. Shaykewich. 1973. Making muddy flauor in rainbow trout(*Salmo gairdneri*)by smoking and canning process. *J. Fish. Res. Board Can.*,30: 1235—1239.
17. Izaguirre, G.,C.J. Hawang, S.W. Krasner, and M. J. Mc Guire. 1982 Geosmin and 2—methylisoborneol from cyanobacteria in three water supply systems. *Appl. Environ. Microbiol.* 43: 708—714.
18. Lovell, R T. 1971. The earthy-musty flavour in intensively-cultured catfish. *Proc. Assoc. South.*

- Agric. Workers.,67;102.
19. Lovell, R. T. 1972. Absorption of earthy-musty flavour by channel catfish held in monospecies cultures of geosmin-producing blue-green algae. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 103:775—777.
 20. Lovell, R.T. 1976. Flavor problems in fish culture. *FAO Technical Conference on Aquaculture*, May 26—June 2 1976 in Kyoto, Japan. 79.
 21. Lovell, R. T. 1983. New off—flavors in pond-cultured channel catfish. *Aquaculture.*,30: 329—334.
 22. Lovell, R. T. and G. R. Ammerman. 1973. Processing farm-raised catfish. *Southern Cooperative Series Bulletin*. 193.
 23. McGuire, M. J. S.W. Krasner, C.J. Hwang, and G. Izaguirre. 1983. An early warning system for determining earth-musty odors in reservoirs. *Wat. Sci. Tech.*,15:267-277.
 24. 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. Technol.*, 2: 461—464.
 25. Naes H.,A F past. 1988. Transient states of geosmin, pigments, carbohydrates and proteins in continuous cultures of *Oscillatoria brevis* induced by changes in nitrogen supply. *Arch. Microbiol.* 150:333—337.
 26. Narayan, L. V., and W. J. Nunez. 1974 Biological control: Isolation and bacterial oxidation of the taste-and-odor compound geosmin. *J.Am. Water Works Assoc.* 66: 532—539.
 27. Persson, P.—E. 1980. Sensory properties and analysis of two muddy odour compounds, geosmin and 2—methylisoborneol, in water and fish. *Water Res.*, 14: 1113—1118.
 28. Persson, P.—E. 1983. Off-flavors in aquatic ecosystems. *Wat. Sci. Tech.*, 15:1—11.
 29. 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.
 30. 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.
 31. Safferman, R.S., A.A. Rosen, C.I, Mashni, and M.E. Moris. 1967 Earthy-smelling substance from a blue-green alga. *Environ. Sci. Technol.* 1: 429.
 32. Silvey, J.K.G., and A.W. Roach. 1975 The taste and odor producing aquatic actinomycetes. *CRC Crit. Rev. Environ. Control.* 5: 233-273.
 33. 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.
 34. Thaysen, A. C. 1936. The origin of an earthy or muddy taint in fish. *Ann. Appl. Biol.*, 23: 99—109.
 35. Wu J T, Jüttner F(1988) Effect of environmental factors on geosmin production by *Fischerella muscicola*. *Wat Sci Technol*(in press).
 36. Wu J T, Jüttner F. 1988. Differential partitioning of geosmin and 2—methylisoborneol between cellular constituents in *Oscillatoria tenuis*. *Arch, Microbiol.* 150: 580—583.
 37. Yagi, M., M. Kaiino, U. Matsuo, K. Ashitani, T. Kita, and T. Nakamura. 1983. Odor troubles in Lake Biwa. *Wat. Sci. Tech.*, 15: 311-321.

38. Yurkowski, M. and J.—A.L. Tabachek. 1980. Geosmin and 2—methylisoborneol implicated as a cause of muddy odor and flavor in commercial fish from Cedar Lake, Manitoba. Can. J. Fish. Aquat. Sci.,37:1449—1450.
39. 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.

表一 產生臭土味物質的藻類^(1, 15, 20, 35, 36)

異味成份	藻類
Geosmin	<i>Oscillataria amoena</i>
	<i>Oscillataria splendida</i>
	<i>Fisherella muscicola</i>
	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>
	<i>Anabaena macrospora</i>
Geosmin	<i>Oscillataria tenuis</i>
2-Methylisoborneol	<i>Oscillataria brevis</i>
	<i>Oscillataria brnetii</i>
	<i>Phormidium tenuis</i>
2-Methylisoborneol	<i>Oscillataria geminata</i>
	<i>Oscillataria limnetica</i>
Isoprl mercaptm	
Isoprpyl disulfide	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	<i>Microcystis wesenbergii</i>