

養殖環境改善及魚類異味之防止與去除

藻類與魚類泥土味關係

吳 俊 宗

中央研究院 植物研究所

ABSTRACT

The relation of algae to earthy-musty odour in culture fishes was studied. Algal samples were collected every month from July 1985 to June 1986 from 16 fish ponds distributed in Hsintzu, Tainan and Kaoshiung. The occurrence of odorous problem encountered in 14 ponds was found to be related not to the algal species of Chlorophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta and Cryptophyta, but well to some of Cyanophyta. In the ponds studied, collectively, 4 species of *Anabaena*, 2 of *Anabaenopsis*, 16 of *Oscillatoria* were revealed. The species accounting for the odorous problem were revealed to be of *Anabaena macrospora* var. *crassa*, *A. viguieri*, *Anabaenopsis circularis* and *Oscillatoria tenuis*. These species except the third one had been isolated and cultured in the laboratory. The seasonal occurrence of odorous problem agreed well with the growth of the above four species. The occurrence of odorous problem in fish pond can not be assayed by analysing the structure of phytoplankton community as well as the physico-chemical properties of waters, because it exists no significant relationship between the occurrence of odour and these parameters.

前 言

養殖魚類常因帶泥土異味而影響其品質與售價。此種異味之發生，經前人研究，係由藍綠藻(8, 9, 11, 13, 15, 19)或放射線菌(2, 3, 4, 11)所產生之有機物質引起。此類有機物質經鑑定主要為 Geosmin(5, 7, 8, 14, 19, 21)或 2-methylisoborneol(5, 7, 14, 19, 21)等。能產生此類物質之藻類，據文獻所載可為顫藻(*Oscillatoria*)、魚腥藻(*Anabaena*)、鞘絲藻(*Lyngbya*)、裂須藻(*Schizothrix*)及束藻(*Symploca*)(5, 6, 13, 16, 19, 20)。這類藻種在本省水域中，尤其是養殖魚池，常普遍繁生。據前人報告(1)，本省之養殖魚類確已常有泥土異味之問題存在，並已影響養殖魚之經濟效益。因此調查養殖魚池中藻類與泥土味發生之相關性，研擬改善此異味之對策，提高養殖魚類之品質，遂為當務之急。

本文從新竹、台南、高雄地區之養殖池，作長期採樣調查，以確定造成養殖魚體泥土味之藻種，並予分離、純化及培養，以供進一步研究其生長特性，及研擬防除泥土味之對策。

材 料 與 方 法

自1985年7月起在新竹、嘉義、台南及高雄地區，選定16個養殖池（見表一），定期以採集網採集藻類樣本，以固定液（Lugol's solution）固定之，經甘油脫水，快染綠（Fast green）染色，封片永久保存。

在顯微鏡下觀察及鑑定藻類品種並分析族群之組成特性，從各藻種在1000個藻個數所出現之頻度，依 Shannon 及 Weaver (1949) 之公式算出各養殖池之種歧異度 (Diversity Index)。對與泥土味之發生有相關之可疑藻種，予以分離、純化及培養，並利用嗅覺方法來確定所培養之藻種是否具有泥土味。經推定會產生泥土味之藻種，在實驗室予大量培養。

結 果

養殖池中之藻類族群，隨不同之養殖池而有不同。其隨季節變化所作之族群消長型態亦有不同。在所有調查之養殖池中，均有優養現象。池中最常見之藻種，有藍綠藻類的顫藻 (*Oscillatoria*)、微囊藻 (*Microcystis*)、席藻 (*Phormidium*)、螺旋藻 (*Spirulina*)、尖頭藻 (*Raphidiopsis*)、魚腥藻 (*Anabaena*)；綠藻類的柵藻 (*Scenedesmus*)、盤星藻 (*Pediastrum*)、衣藻 (*Chlamydomonas*)、實球藻 (*Pandorina*)、空球藻 (*Eudorina*)、卵囊藻 (*Oocystis*)；裸藻類的裸藻 (*Euglena*)、扁裸藻 (*Phacus*)、囊裸藻 (*Trachelomonas*)、鱗孔藻 (*Lepocinclis*) 及矽藻類的針桿藻 (*Synedra*)、直鏈藻 (*Melosira*)、小環藻 (*Cyclotella*)。藻類族群之種歧異度由於有優勢種出現，一般水域之種歧異度介於1至5之間，其值愈高，水質愈佳。在所調查之養殖池中，其值多在4以下，在有絕對優勢藻種的出現，更有近於1者。以藻類指標看，養殖池之水質多屬於中腐水性，而介於2至3級水之間，有的甚至為3級水質。

有的養殖池常有藻花之現象，造成藻花之藻種主要為微囊藻 (*Microcystis aeruginosa*)，另顫藻、螺旋藻、魚腥藻、尖頭藻、裸藻也會產生藻花。但藻花之形成與養殖魚類之泥土味並無相關，因將此類藻種作純種培養時，並未發現會產生泥土味。

由選定之16個養殖池包括新竹地區6個、高雄地區2個、台南地區8個（見表一）。其中T 1、

表 一：養殖池樣本分佈表

編 號	地 點	養 殖 戶	編 號	地 點	養 殖 戶
T 1	新 竹	徐 先 生	N 1	台 南—和 順	謝 先 生
T 2	新 竹	徐 先 生	N 2	台 南—仁 德	王 先 生
T 3	新 竹	謝 先 生	N 3	台 南—七 股	蘇 先 生
T 4	新 竹	李 先 生	N 4	台 南—西 港	蔡 先 生
T 5	新 竹	江 先 生	N 5	台 南—新 化	蔡 先 生
T 6	新 竹	徐 先 生	N 6	台 南—麻 豆	陳 先 生
K 1	高 雄—路 竹	盧 先 生	N 7	台 南—土 城	黃 先 生
K 2	高 雄—茄 苳	林 先 生	N 8	台 南—安 定	劉 先 生

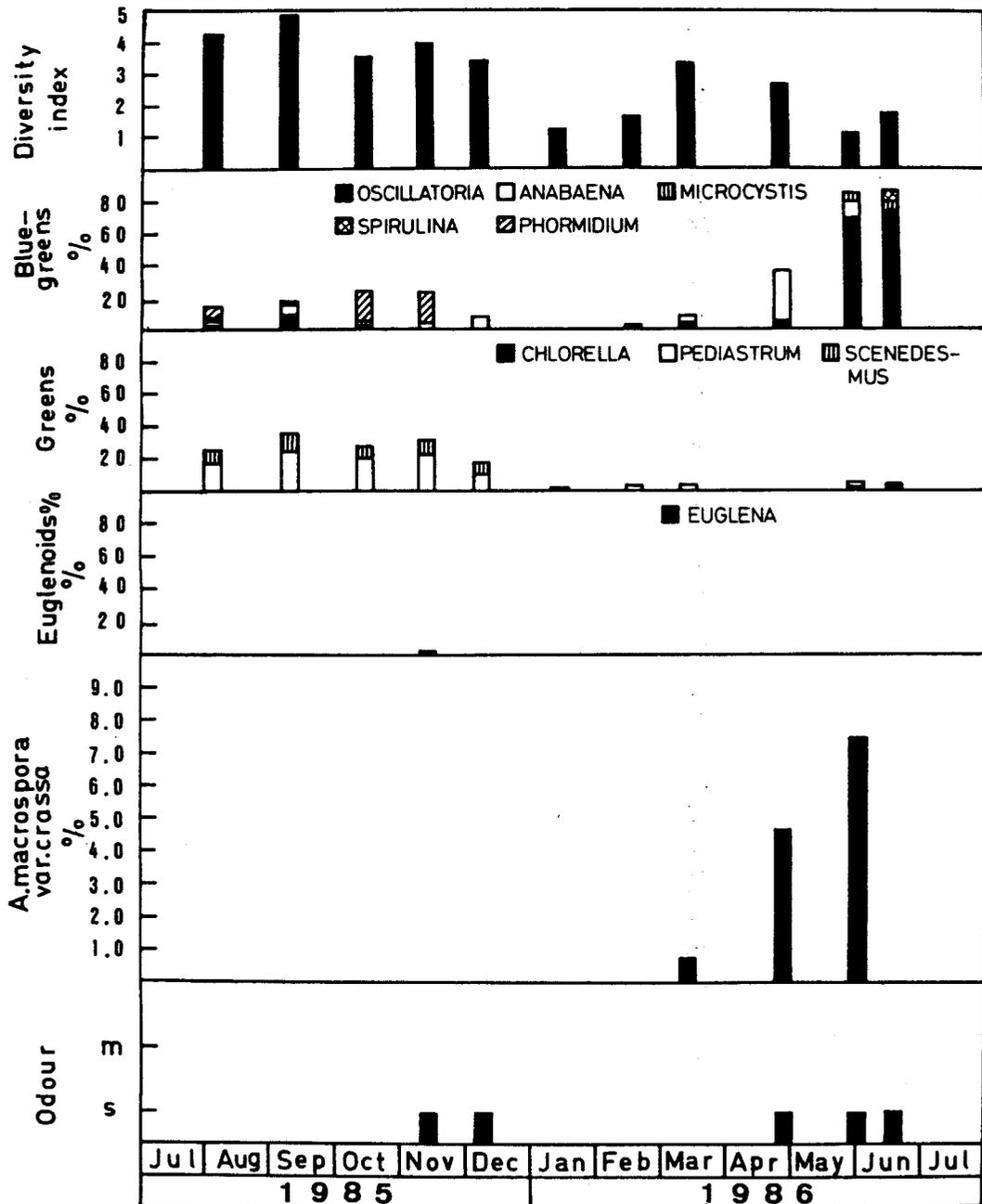
T 2、T 6 雖有可疑藻種的出現，但其出現頻度極低，魚體中未具泥土味。N 4 之魚體雖具有泥土味，但並無發現可疑的藻種。N 5、K 2 雖具有泥土味，但可疑藻種之出現頻度偏低。此外其餘各養殖池皆可發現魚體泥土味與藻類出現有密切相關。由 *A. viguieri* (見圖五 c) 所引起泥土異味之養殖池只有 N 3。由 *A. macrospora* var. *crassa* (見圖五 b) 所引起者為新竹地區的 T 3、T 4、T 5。由 *An. circularis* (見圖五 d) 所引起的有台南地區的 N 3、N 8。由 *O. tenuis* (見圖五 a) 所引起者最多，新竹、台南及高雄地區都有。有的養殖池之泥土味由 2 種以上的藻種所共同引起，如新竹地區的 T 3、T 4、T 5，台南地區的 N 3 (見表二)。

表 二：養殖魚類泥土味與藻類出現關係

養殖戶	藻			種	泥土味
	<i>Anabaena viguieri</i>	<i>A. macrospora</i> var. <i>crassa</i>	<i>Anabaenopsis circularis</i>	<i>Oscillatoria tenuis</i>	
T 1	-	-	-	+*	-
T 2	-	-	-	+*	-
T 3	-	+	-	+	✓
T 4	-	+	-	+	✓
T 5	-	+	-	+	✓
T 6	-	-	-	+*	-
N 1	-	-	-	+	✓
N 2	-	-	-	+	✓
N 3	+	-	+	-	✓
N 4	-	-	-	-	✓
N 5	-	-	-	+*	✓
N 6	-	-	-	-	✓
N 7	-	-	-	+	✓
N 8	-	-	+	-	✓
K 1	-	-	-	+	✓
K 2	-	-	-	+*	✓

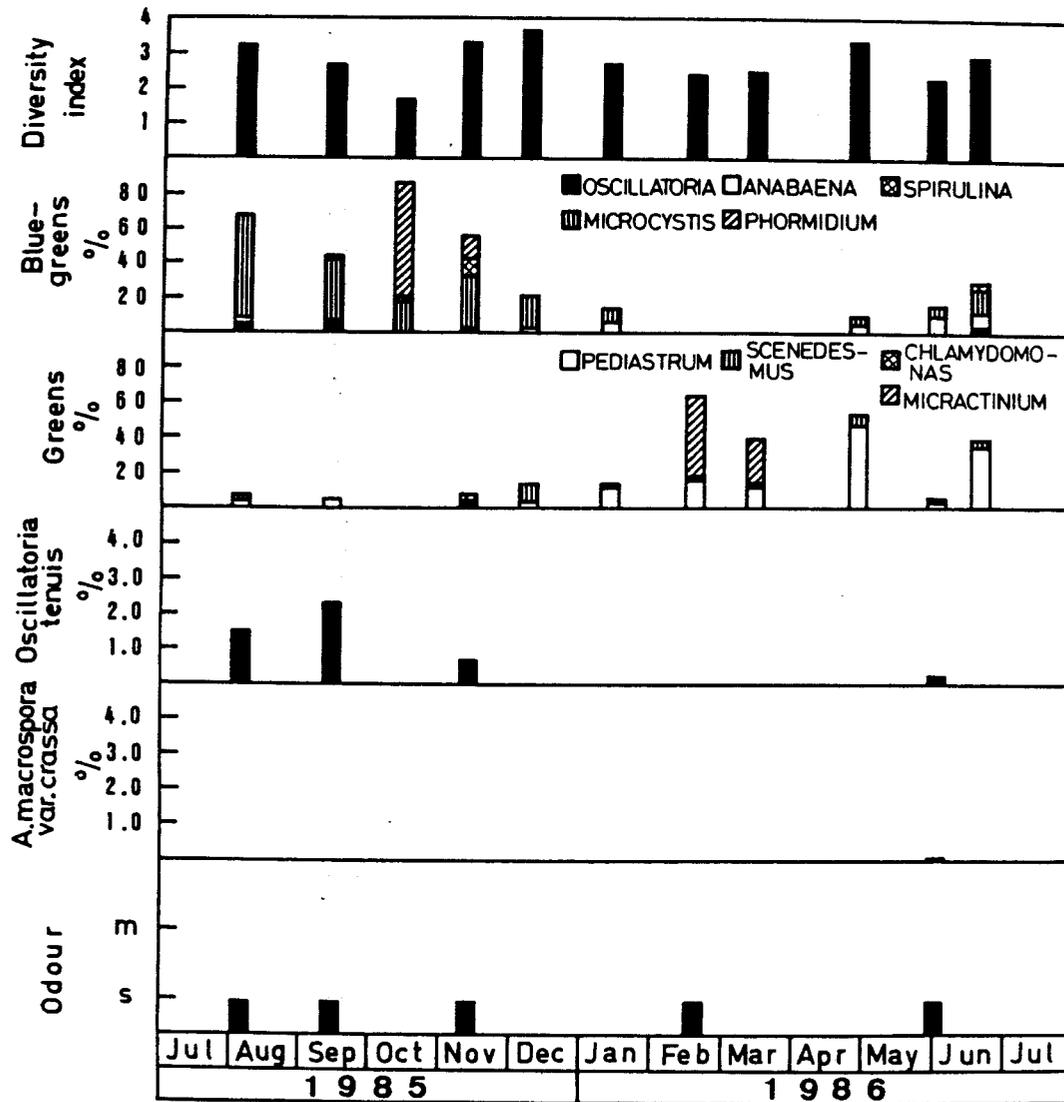
* 出現頻度小於 0.5%

於會產生泥土異味之養殖池中，選定 5 個作長期追蹤調查，包括新竹地區 T 3、T 4、T 5 三個養殖池及台南地區 N 1 養殖池。圖一之 T 3 養殖池，其種歧異度於八、九月達最高，此時藻類相較為複雜，並無優勢藻種出現。一、二月間，種歧異度降至最低，此時矽藻佔優勢。六月間為藍綠藻類的顛藻佔優勢，但此時並無會引起泥土味之藻種。此養殖池於三、四、六月間有發現引起泥土異味之藻種 *A. macrospora* var. *crassa*，此藻種在四至六月間數量最多，此時之魚體亦帶泥土異味。在十一、十二月份雖有泥土味之記錄，但未發現可疑之藻種。



圖一：T 3 養殖池中藻類群落種歧異度、藍綠藻類、綠藻類、裸藻類及魚腥藻等在1985年 8 月至1986年 6 月間之數量消長變化及其與魚體泥土異味發生之關係。
泥土異味之標示：m，中等； s，輕微。

圖二 T 4 之養殖池，其種歧異度均偏低。於不同的月份有不同佔優勢的藻種。八、九月份微囊藻佔優勢，十月席藻優勢，二、三月 *Micractinium* 優勢，四、六月盤星藻優勢。此養殖魚池之泥土味由 2 種藻種所共同引起，分別是 *O. tenuis* 及 *A. macrospora* var. *crassa*，於八、九、十一月份泥土異味之產生 *O. tenuis* 所引起，六月份時泥土異味則由 2 個藻種所引起。二月份時並未發現可疑的藻種。



圖二：T 4 養殖池中藻類群落種歧異度、藍綠藻類、綠藻類、藍藻及魚腥藻在1985年8月至1986年6月間之數量變化及其與魚體泥土味發生之關係。泥土味標示如圖一。

圖三 T 5 之養殖池，只有十月至翌年一月之資料，十二月份時有優勢藻種席藻，此時種歧異度最低。魚體泥土異味的發生，十月份由 *A. macrospora* var. *crassa* 引起，一月時增加了 *O. tenuis*。

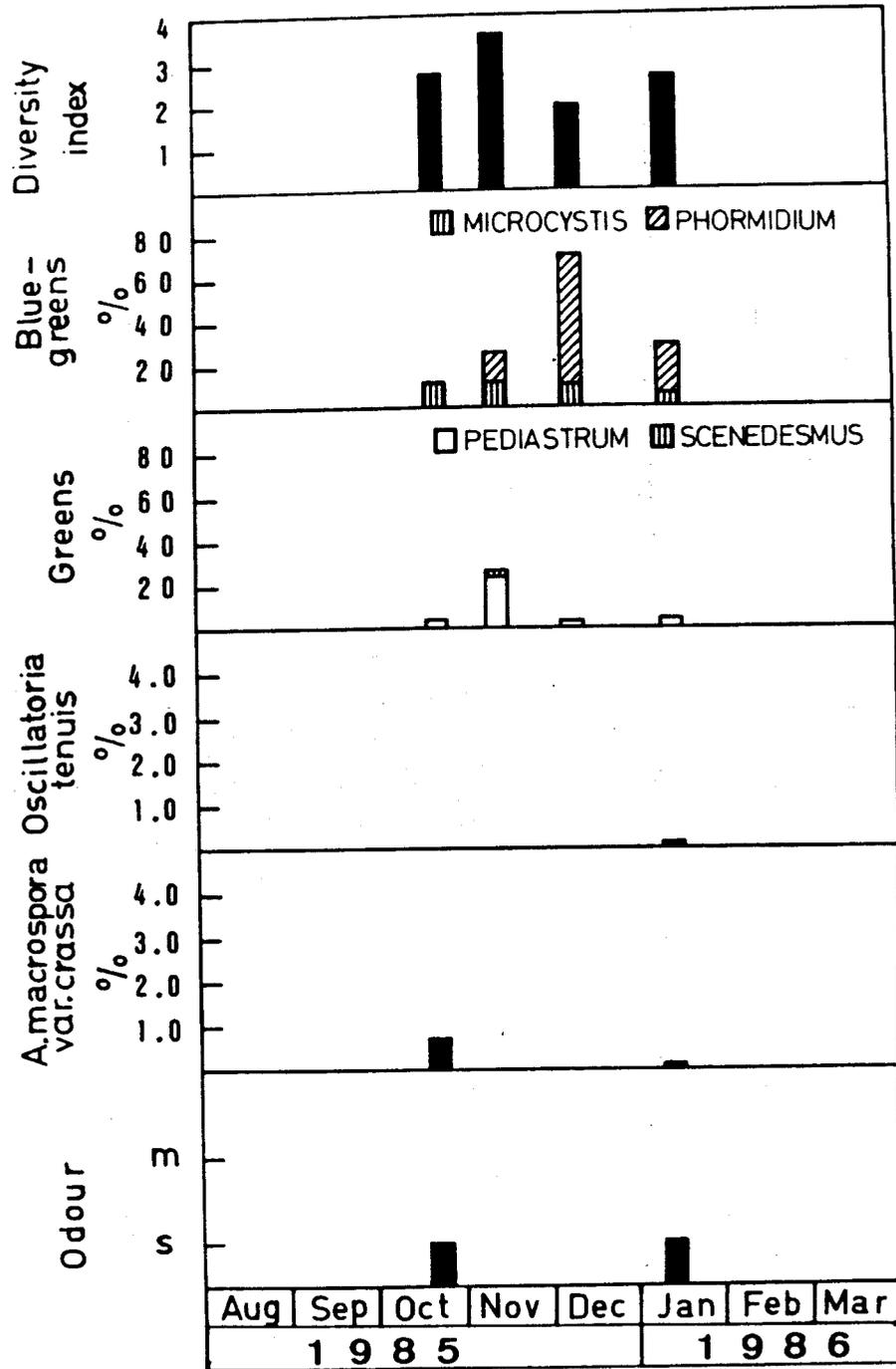


圖 三：T 5 養殖池中藻類群落種歧異度、藍綠藻類、綠藻類、顛藻及魚腥藻在1985年10月至1986年1月間之數量變化及其與魚體泥土味發生之關係。泥土味標示如圖一。

圖四 N 1 之養殖池，除了三月時種歧異度最高外，其餘各時間均有優勢藻種的出現，種歧異度偏低。八月時有尖頭藻及裸藻佔優勢種，九月及翌年一月有衣藻，五月有螺旋藻及囊裸藻，可知優勢藻種隨季節性變化。魚體泥土異味之發生，分別在八、九月及翌年五月，其發生時間與顛藻之數量消長一致。

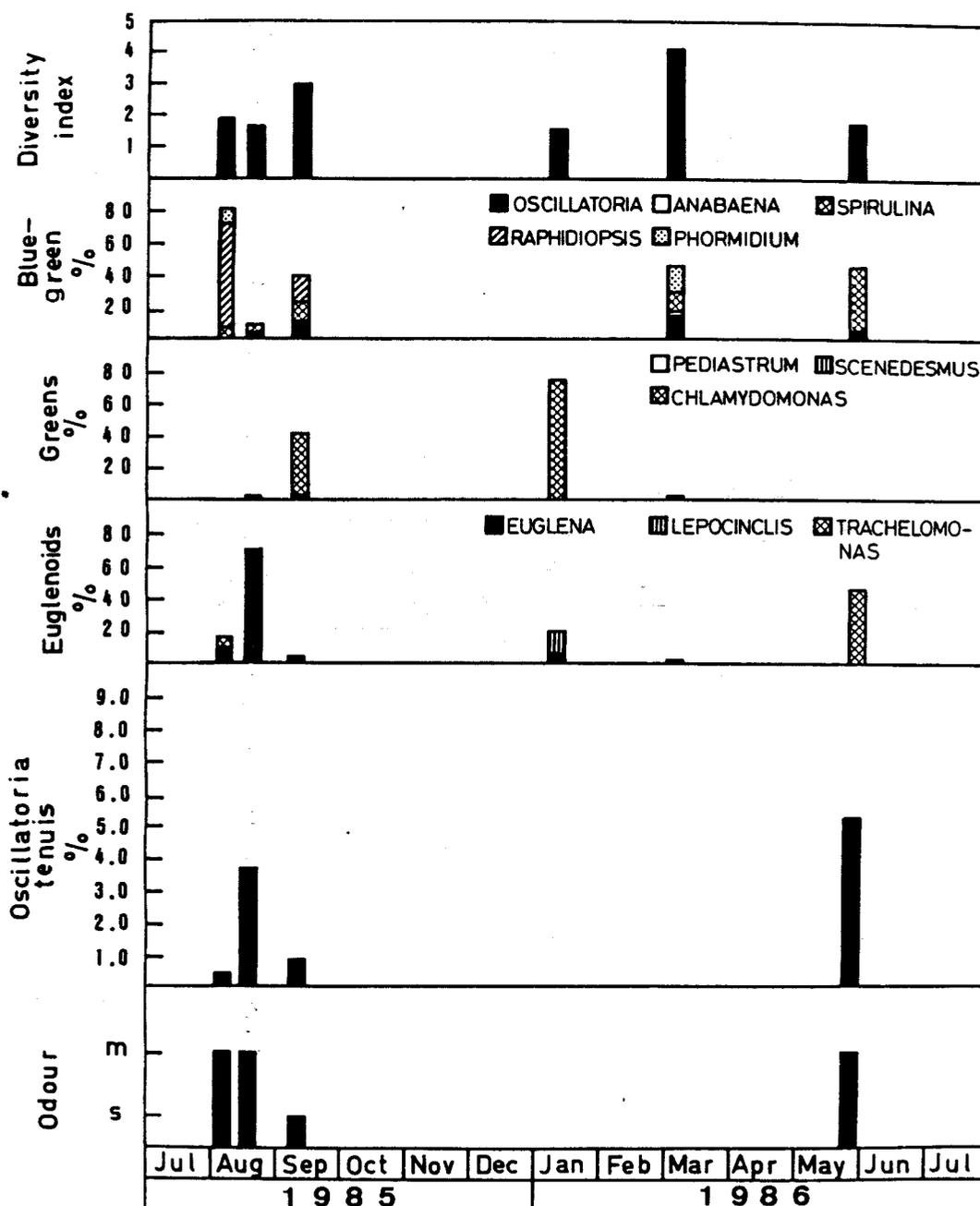


圖 四：N 1 養殖池中藻類群落種歧異度、藍綠藻類、綠藻類、裸藻類及顛藻在1985年 8 月至1986年 6 月間之數量變化及其與魚體泥土味發生之關係。泥土味標示如圖一。

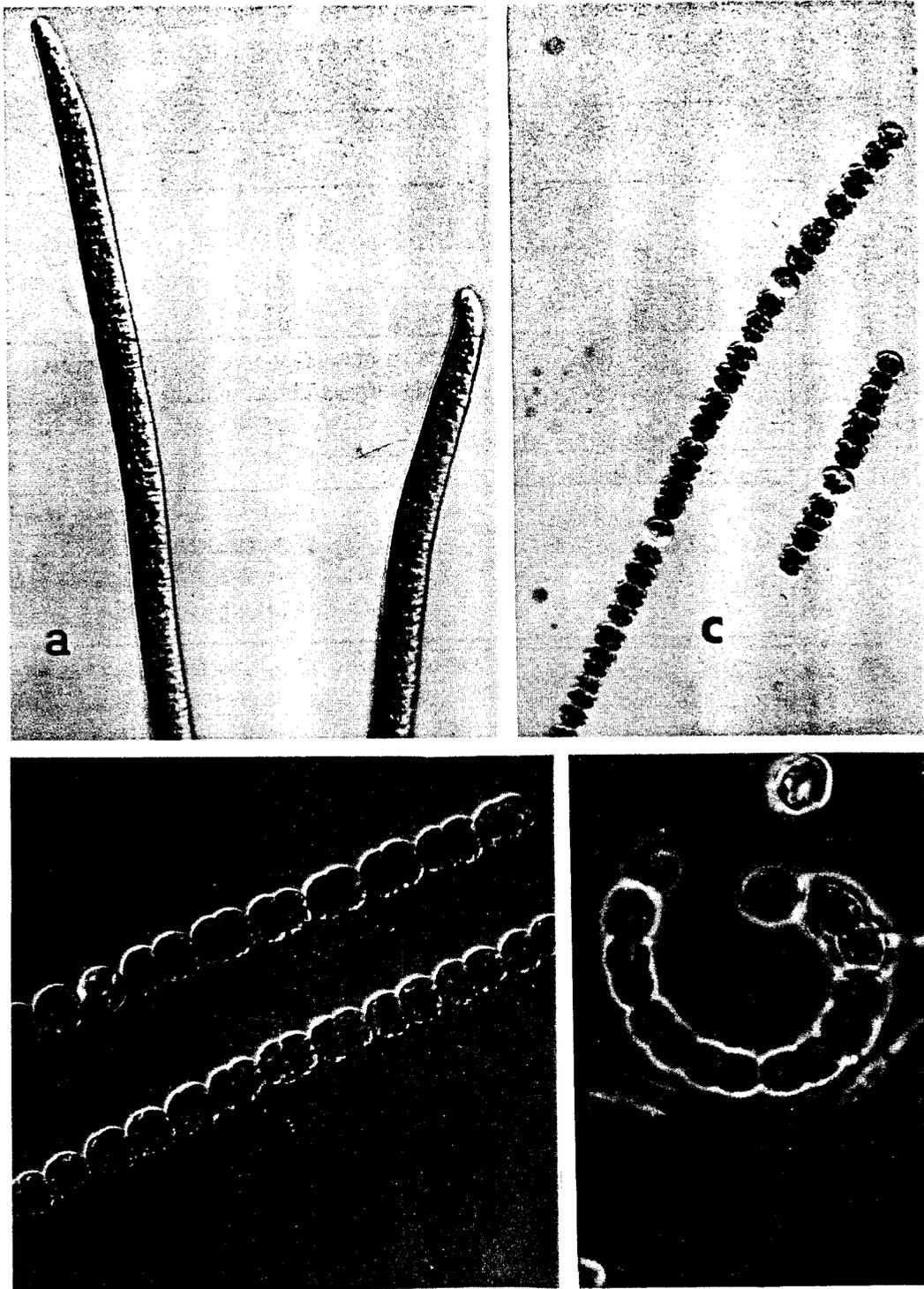


圖 五：本省會產生泥土味的藻類

(a): *Oscillatoria tenuis* Ag. (500 x)

(b): *Anabaena macrospora* var. *crassa* Klebahn (500 x)

(c): *A. viguieri* Denis et Frémy (500 x)

(d): *Anabaenopsis circularis* (G.S. West) Wol. et Miller. (1000 x)

討 論

泥土味之發生有季節性，通常發生在八至十一月間，及四、五月間。引起泥土味之藻種，如前面結果之所述，分由四種藻種引起。其中，*An. circularis* 在二、三月間出現外，其餘三藻種之生長期與魚體泥土味發生之季節大致吻合。從季節變化之結果顯示藻類與泥土味之發生確有相關。由前面結果顯示，本省會引起泥土味之藻種以顛藻最為普遍。在新竹、台南及高雄地區均有。由其餘之藻種所引起之泥土味，似有地區性，但因以上之結果只為一年之結果，尚不足以肯定之結論。此有待更長久之調查查證。

有關台南地區養殖池之藻類相消長變化，Shen (1961) 曾作過調查，其藻類相雖有部份和本文類似，但因今者養殖型態之改變甚大，藻類相也隨之變化，吾人已難以當時之資料作為魚體泥土味調查之參照。

由分析藻類群落種歧異度發現：泥土味的發生與種歧異度並無相關。當有佔優勢的藻種大量繁衍時，種歧異度即會降低。所以種歧異度並不能用於分析是否會使得魚體中具有泥土異味。由會引起泥土味之藻種出現頻率與魚體之發生泥土異味作比較時，吾人發現此類藻種在很低的出現頻率（低於0.5%）即會引起魚體帶泥土味。此種現象使得要應用水質及藻類群落特性作為預測泥土味發生之可能性大大降低。事實上，由過去水質分析中確尚不能找出泥土味發生之特殊環境狀況。最直接的預測養殖池是否會產生泥土味，是直接分析水中泥土味成份⁽¹⁰⁾。但此方法在國內尚未建立之前，同前可用之檢測方法，尚只能從鑑定藻類品種上着手。

魚體之帶泥土味有時並不和會引起泥土味之藻種數量變化一致。此現象除可能的泥土味係由放射線菌引起外，另一原因可能因泥土味成份會在水裡或魚體殘留一段時間所致。魚類攝取會引起泥土味之藻類可能會堆積一段時間，因此，雖然養殖魚池中此藻種已消失或極少，魚體仍有一段時間會帶泥土味。

會產生泥土味之四種藻種中，從文獻上已知 *O. tenuis* 及 *A. macrospora* var. *crassa* 會產生泥土味素 Geosmin^(11, 12)。對於另二種是否產生 Geosmin 或 2-methylisoborneol 則尚待進一步分析。

摘 要

本計劃在新竹、嘉義、台南及高雄等地區之16個養殖魚池，由竹北及台南分所協助，每月採樣調查，在有泥土味之14個養殖池中，其泥土味之發生，與綠藻、裸藻、矽藻及隱藻等藻群似無相關，而與四種藍綠藻類之出現有關，此四種分屬魚腥藻 (*Anabaena*)，頂圈藻 (*Anabaenopsis*) 及顛藻 (*Oscillatoria*)。在所調查之養殖池中，魚腥藻計有4種，頂圈藻計有2種，顛藻計有16種，但與泥土味有關者，只有其中之4種，分別是 *Anabaena macrospora* var. *crassa*, *A. viguieri*, *Anabaenopsis circularis* 和 *Oscillatoria tenuis*，除了第三種外，其餘之品種均有分離培養之純種，並確證其會產生泥土異味。泥土味之出現有季節性，其出現之時間與以上四種藻種之生長期相吻合。從藻種群落結構分析上，不能找到與泥土味發生有相關之因子。從水質之分析中，也迄未找到與以上四藻種生長有關之特別環境條件。

參 考 文 獻

1. 湯弘吉 (1983) · 養殖魚類之異味問題 · 中國水產, 368: 22-26.
2. Gerber, N.N. 1974. Microbiological production of geosmin. U. S. Environmental

- Protection Agency, Cincinnati, Ohio. EPA-670/2-74-094, 8p.
3. Gerber, N.N. and H.A. Lechevalier. 1965. Geosmin, an earthy-smelling substance isolated from actinomycetes. *Appl. Microbiol.*, **13**:935.
 4. Gerber, N.N. and H.A. Lechevalier. 1977. Production of geosmin in fermentors and extraction with an ion-exchange resin. *Appl. Environ. Microbiol.*, **34**:857-858.
 5. Izaguirre, G., C.J. Hwang, S.W. Krasner, and M.J. McGuire. 1982. Geosmin and 2-methylisoborneol from cyanobacteria in three water supply systems. *Appl. Environ. Microbiol.*, **43**:708-714.
 6. Kikuchi, T., T. Mimura, K. Harimaya, H. Yano, T. Arimoto, Y. Masada, and T. Inoue. 1973. Odorous metabolites of blue-green alga: *Schizothrix muelleri* Naegeli Collected in the southern basin of Lake Biwa. *Chem. Pharm. Bull.*, **21**: 2342-2343.
 7. Krasner, S.W., C.J. Hwang, and M.J. McGuire. 1983. A standard method for quantification of earthy-musty odorants in water, sediments, and algal cultures. *Wat. Sci. Tech.*, **15**:127-138.
 8. Lovell, R.T. 1976. Flavor problems in fish culture. FAO Technical Conference on Aquaculture, May 26—June 2 1976 in Kyoto, Japan. 7 p.
 9. Lovell, R.T. and L.A. Sackey. 1973. Absorption by channel catfish of earthy-musty flavor compounds synthesized by cultures of blue-green algae. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **102**:774-777.
 10. McGuire, M.J., S.W. Krasner, C.J. Hwang, and G. Izaguirre. 1983. An early warning system for detecting earthy-musty odors in reservoirs. *Wat. Sci. Tech.*, **15**: 267-277.
 11. Medsker, L.L. and J.F. Thomas. 1968. Odorous compounds in natural water: an earthy-smelling compound associated with blue-green algae and actinomycetes. *Environ. Sci. Tech.*, **2**:461-464.
 12. Negoro, T., J. Okayama, M. Nishikawa, and Y. Takagi. 1982. Study on musty odor causing blue-green algae in Lake Biwa II—Musty odor compounds produced by *Anabaena* and *Phormidium*, 30th Suidoeseigijutsu-kenkyukai, 12.
 13. Persson, P.-E. 1979. The source of muddy odor in bream (*Abramis brama*) from the Porvoo Sea area (Gulf of Finland) *J. Fish. Res. Board Can.*, **36**:883-890.
 14. 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.
 15. Persson, P.-E. 1983. Off-flavours in aquatic ecosystems—an introduction. *Wat. Sci. Tech.*, **15**:1-11.
 16. Safferman, R.S., A.A. Rosen, C.I. Mashni, and M.E. Morris. 1967. Earthy-smelling substances from a blue-green alga. *Environ. Sci. Tech.*, **1**:429-430.
 17. Shannon C.E. and W. Weaver. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. Illinois Press, Urbana, Chicago, London, 125p.
 18. Shen, Y.-F. 1961. On the phytoplankton population in the fish ponds at Tainan. *Bot. Bull. Academia Sinica*, **1**:27-42.
 19. Tabachek, J.-A.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.
20. Yagi, M., M. Kajino, U. Matsuo, K. Ashitani, T. Kita, and T. Nakamura. 1983. Odor troubles in Lake Biwa. *Wat. Sci. Tech.*, **15**:311-321.
 21. 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.