

# 台灣南部養殖環境調查和消除魚類臭土味試驗

## Studies on the investigation of cultured environment and the control of the muddy odor in fish in Southern Taiwan

郭世榮 · 丁雲源

Shih-Rong Kuo, Yun-Yuan Ting

### ABSTRACT

In order to study the relation between culture environment and muddy odor of fish, we had taken 166 samples in southern Taiwan, from July, 1985 to June, 1986. There are 14 ponds that we found the fish had muddy odor in the samples. We also found that the samples of muddy odor almost be taken between Aug. and Nov.

Of the 14 muddy odor ponds, we found 10 ponds caused by some blue-green algae such as *Oscillatoria tenuis*, *Anabaena vignieri* and *Anabaenopsis circularis*. Two ponds was caused by Actinomycetes. The other two ponds, we supposed it was caused by Actinomycetes because we didn't find any suspected algae.

According to our data, we found muddy odor seldom occurred in the ponds of low temperature, high transparency, and high salinity. We didn't find muddy odor had relation to water color, pH, dissolved oxygen(D.O.), and ammonium ion( $\text{NH}_4^+$ ).

Finally, we found that muddy odor can be decayed by seasonally variation, changing food of fish, spreading lime, changing water of pond, and spreading copper sulfate.

### 前 言

養殖魚類的臭土味，是養殖環境不理想所造成的問題。諸如養殖過密、殘餌過多和池底老化等因素，使某些會引起臭土味的藻類和放射狀菌過量繁生，產生 Geosmin 或 2-methylisoborneol，而引起魚類臭土味<sup>(1-14)</sup>。此外，某些魚塢引入含有藍藻（*Oscillatoria*）、魚腥藻（*Anabaena*）等的水源，也曾經造成魚池的臭土味。因此，養殖魚類臭土味的問題，也就是養殖環境和養殖管理的問題。

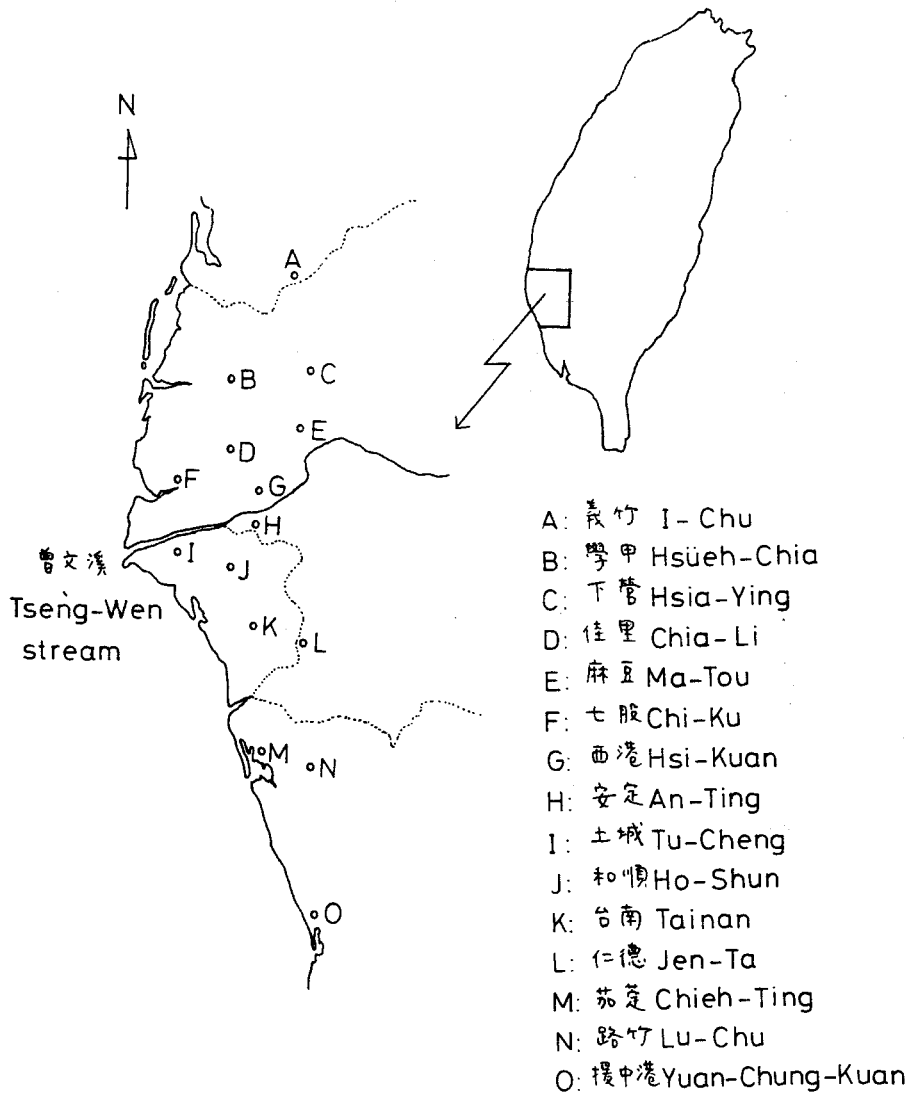
從去年的實驗結果，我們已經知道某些藍藻、魚腥藻和放射狀菌類是池魚發生臭土味最直接的原因<sup>(15)</sup>。因此，究竟在何種水質環境下，才會造成這些藻類和放射狀菌類的生長，將是本試驗今後研究的目標。希望藉著水質環境的控制，能够防止臭土味的發生，並把發生臭土味的池魚的臭土味消除。因此，養殖環境的調查，就成為本試驗研究的重點。

此外，某些發生臭土味魚塢的漁民，急需能够消除臭土味的方法，以利養殖魚類的收成出售，所以本試驗也針對若干發生臭土味魚塢的環境、設備，試圖試驗出若干可行的方法，協助漁民消除臭土味。這項目也是本試驗的重點之一。茲分述如下。

## 材料與方法

### 一、採樣地點

本試驗的採樣地點，包括固定採樣地點和不固定採樣地點二種。固定採樣地點是每月固定前往採樣的，包括茄萣、援中港、學甲、麻豆和下營等五個地區。不固定採樣地點主要是應養殖戶需要前往採樣的，分佈地區有仁德、和順、土城、路竹、七股、新化、西港、安定、義竹等地（如圖一）。



圖一：台灣南部魚塢採樣位置圖

Fig 1. Locations of sampling stations in southern Taiwan

## 二、採樣方法

每月至上述固定採樣地點，調查該魚塢養殖環境和養殖方法。對於會產生異味的養殖池，則使用微波爐將魚煮熟，利用感官測試，同時採集養殖用水和魚類等，置保溫箱中冷卻，攜回分所試驗。不固定採樣地點主要是應養殖戶需要前往採樣的，採樣時間偏重在發生臭土味的那段時間，到臭土味消除後即不再採樣。它的採樣方法與固定採樣者相同。

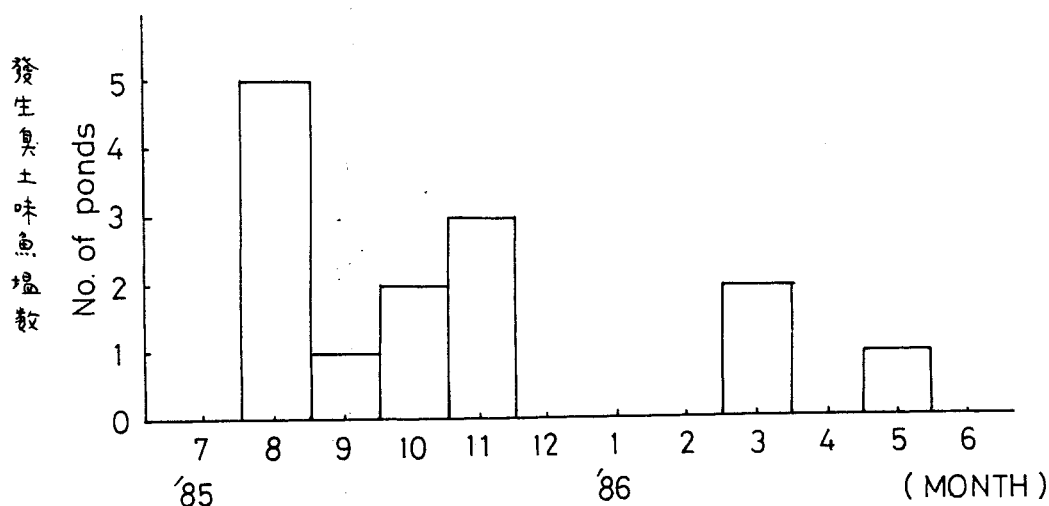
## 三、試驗方法

- (一) 水 溫：於魚塢現場以溫度計測定。
- (二) 水 色：於魚塢現場觀察測定。
- (三) pH：於魚塢現場以 pH meter 測定。
- (四) 鹽 度：以鹽度計測定。
- (五) 透明度：以直徑20公分透明板測定<sup>(16)</sup>。
- (六) 溶 氧：以 Delta 2110 型溶氧測量儀測定<sup>(17)</sup>。
- (七) 銨離子：以 Nessler 法測定<sup>(18)</sup>。
- (八) 總鹼度：以 0.02N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 滴定測定<sup>(19)</sup>。
- (九) 藻 類：以顯微鏡觀察判定，並引用中央研究院植物研究所有關試驗結果。
- (十) 放射狀菌類：引用東海大學食品科學系有關試驗結果。

## 結果與討論

### 一、魚類臭土味季節性出現率

自74年7月起至75年6月止，共採取166個樣本，如以魚塢為單位，則共有36個魚塢，其中採樣時曾經有臭土味者，有14個魚塢，其出現月別如圖二。



圖二：臭土味季節性出現率

Fig 2. Seasonal frequency of muddy odor

由圖二知，魚類臭土味出現季節主要在8月到11月之間，這和去年度試驗結果8月到12月之間相似<sup>(15)</sup>。在這段期間臭土味出現較多，可能是因為魚塢春天注入的水，到這時候水質已經較差，而且又逢高溫季節，水溫較高，藻類容易生長；或殘餌沉積、池底變壞，導致放射狀菌類滋生之故。

### 二、養殖環境與發生臭土味魚塢基礎資料測定

上述14個發生臭土味的魚塢，其養殖環境基礎資料如表一。

表一：發生臭土味魚塭基礎資料

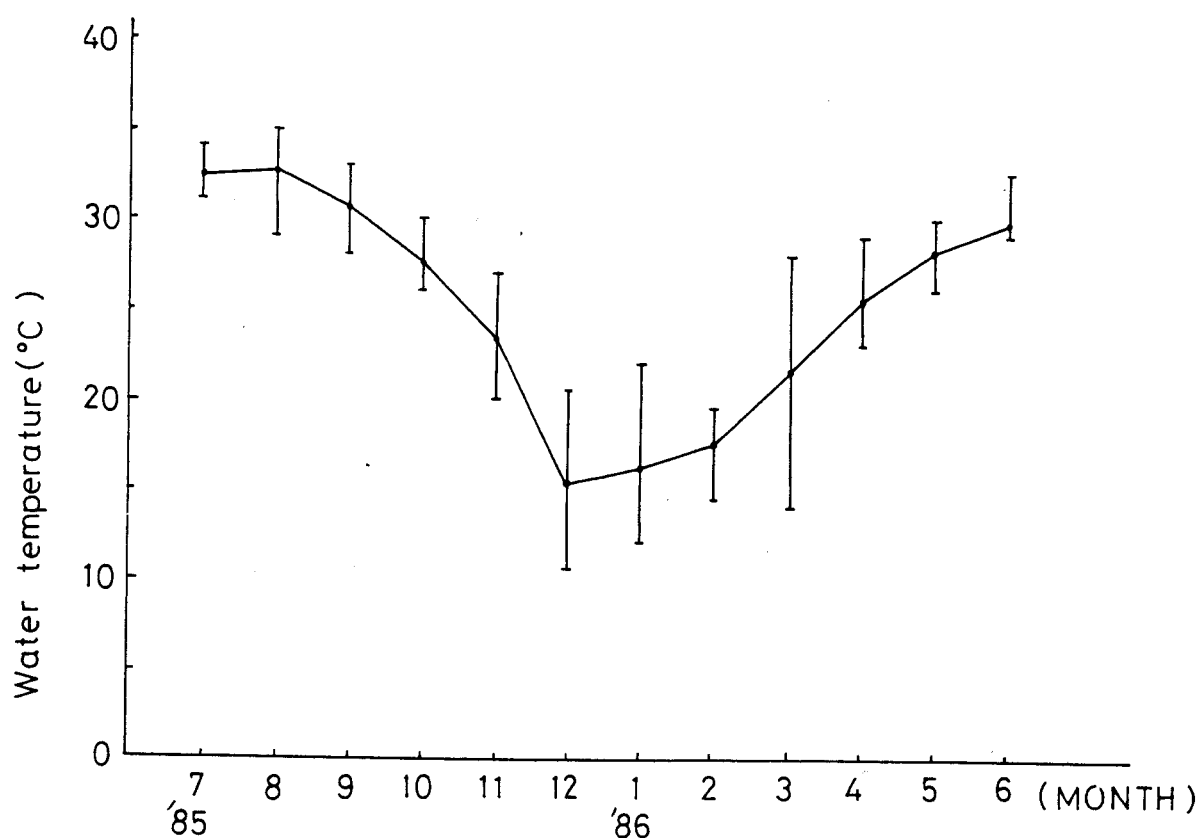
Table 1. Measurement of the fundamental data in muddy odor ponds

date	location	time	Tw(°C)	water color	Tr (cm)	pH	DO (ppm)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ppm)	Ta (ppm)	Sa (%)	Notes
Aug. 2, '85	Jen-Ta	15:00	35.0	light grass color	36	8.08	4.7	0.38	300	0	Actinomycetes
Aug. 6, '85	Ho-Shun	10:00	33.0	grass color	27	8.62	7.4	0.17	232	2.0	<i>Oscillatoria tenuis</i> , <i>Anabaena</i>
"	Tu-Cheng	11:00	33.0	dark green	22	8.40	4.1	0.38	256	4.0	<i>Oscillatoria tenuis</i>
Aug. 13, '85	Lu-Chu	13:30	34.0	dark grass	18	9.35	14.0	0.06	224	3.0	<i>Anabaena</i> , <i>Oscillatoria</i>
Aug. 30, '85	Ma-Tou	12:00	32.5	color grass color	23	8.28	8.9	0.28	320	2.0	haven't suspected algae
Sep. 26, '85	Hsi-Kuan	13:50	29.0	"	23	7.47	3.0	0.06	196	0.5	"
Oct. 23, '85	Chi-Ku	9:20	26.0	light grass color	32	8.08	6.8	0.45	430	9.5	<i>Oscillatoria tenuis</i>
"	"	9:40	26.0	"	33	7.95	5.0	0.75	440	9.5	<i>Oscillatoria tenuis</i>
Nov. 7, '85	"	10:10	27.0	—	—	8.34	—	—	370	—	<i>Anabaena viguieri</i>
Nov. 8, '85	Hsin-Hua	9:30	25.5	brown-green	25	8.21	6.7	0.26	184	1.5	Actinomycetes
Nov. 13, '85	Chieh-Ting	9:30	24.0	grass color	23	7.35	2.8	0.22	308	2.0	<i>Oscillatoria tenuis</i>
Mar. 11, '86	An-Ting	9:40	21.0	light brown	32	9.30	11.0	0.20	150	1.5	<i>Anabaenopsis circularis</i>
"	"	10:20	21.0	grass color	30	8.29	6.0	0.27	200	1.0	"
May. 29, '86	Ho-Shun	9:00	26.0	dark grass color	20	7.85	4.8	0.04	290	1.0	<i>Oscillatoria tenuis</i>

Tw: Water temperature; Tr: Transparency; Do: Dissolved oxygen; Ta: Total alkalinity; Sa: Salinity

從表一知：

在水溫方面，從  $21^{\circ}\text{C}$ ~ $35^{\circ}\text{C}$  均有發生臭土味，佔全部166個樣本範圍 ( $10.5^{\circ}\text{C}$ ~ $35^{\circ}\text{C}$ ) (如圖三) 中的較高溫度部份。12月到翌年2月間水溫較低，沒有出現臭土味，到3月水溫回升時，才再度有臭土味發生，雖經利用統計分析方法，沒有發現水溫與臭土味的相關關係，但却發現  $21^{\circ}\text{C}$  以下就沒有發生臭土味的情形。



圖三：台灣南部魚塢月別水溫變化

Fig 3. Monthly variation of water temperature in southern Taiwan

在水色方面，發生臭土味的魚塢，水色包括淡草綠、草綠、濃草綠和褐綠色等，範圍相當廣泛，因此單從水色並不能判定有無臭土味。但假如在魚塢旁能聞池水的異味（如 Geosmin 的氣味），則這個魚塢的魚可能就有臭土味。

在透明度方面，從 18~36cm 均有發生臭土味，佔總樣本範圍 (10~41 cm) (如圖四) 中的大部份。假如臭土味是由藻類引起的話，則透明度當然愈少愈容易發生臭土味；但臭土味如果是放射狀菌類引起的話，與透明度就沒有直接的關係。

在 pH 方面，從 7.35~9.35 均曾發生臭土味，範圍很廣，佔總樣本範圍 (pH 7.28~9.35) (如圖五) 的幾乎全部。

在溶氧方面從 2.8 ppm~14.0 ppm 均發生臭土味，佔總樣本範圍 (如圖六) 中的絕大部份，它的範圍也是相當廣泛。

在銨離子方面，從 0.04~0.75 ppm 者均曾發生臭土味，範圍很廣。

在總鹼度方面，從 184~440 ppm 均曾發生臭土味，佔總樣本範圍 (如圖七) 中相當大的部份。但 440 ppm 以上沒有發現臭土味，是否意味著總鹼度高就不會發生臭土味，尚待進一步研究。

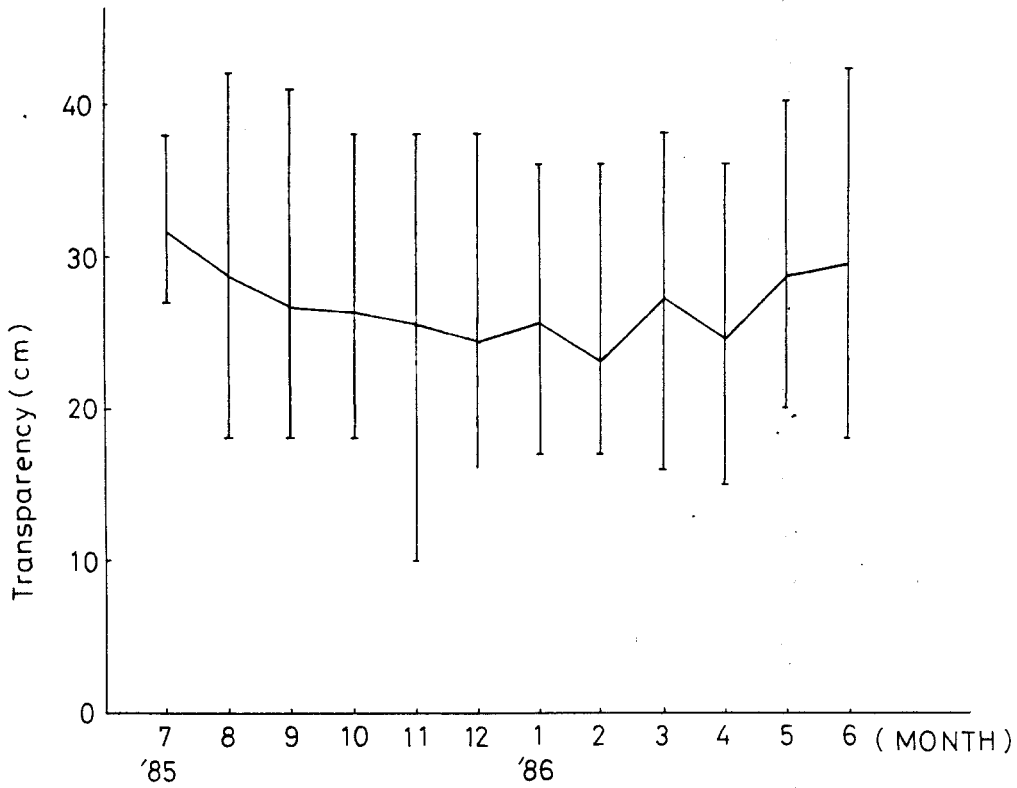


圖 四：台灣南部魚塢月別透明度變化

Fig 4. Monthly variation of transparency in southern Taiwan

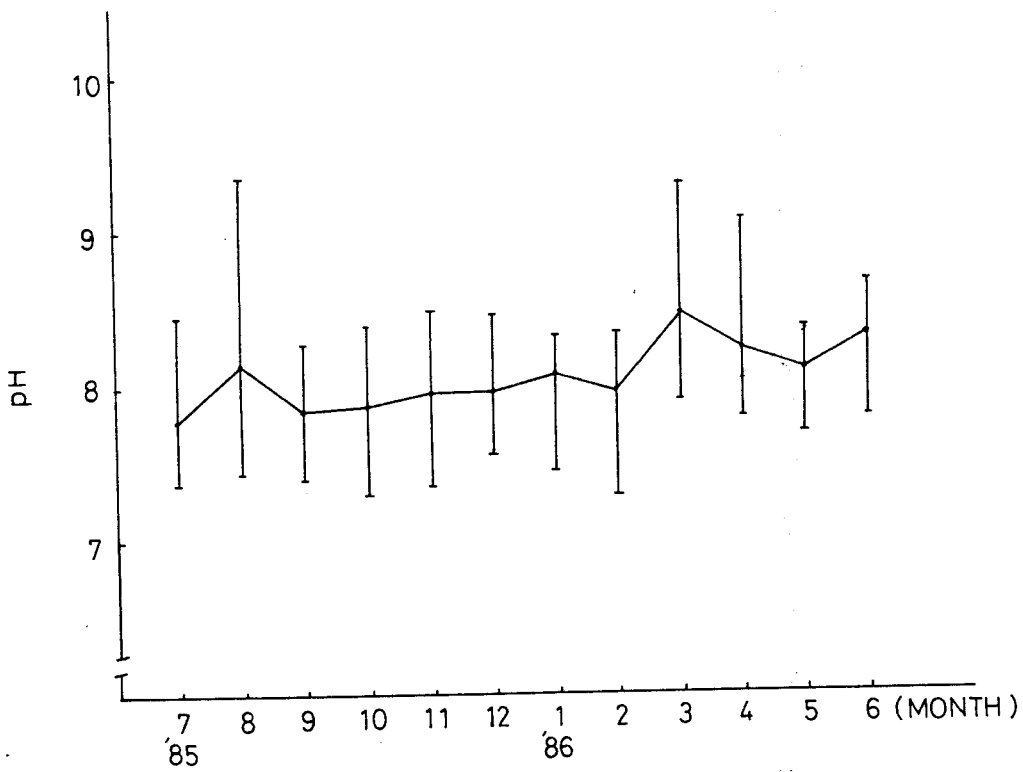


圖 五：台灣南部魚塢月酸鹼值變化

Fig 5. Monthly variation of pH of ponds in southern Taiwan

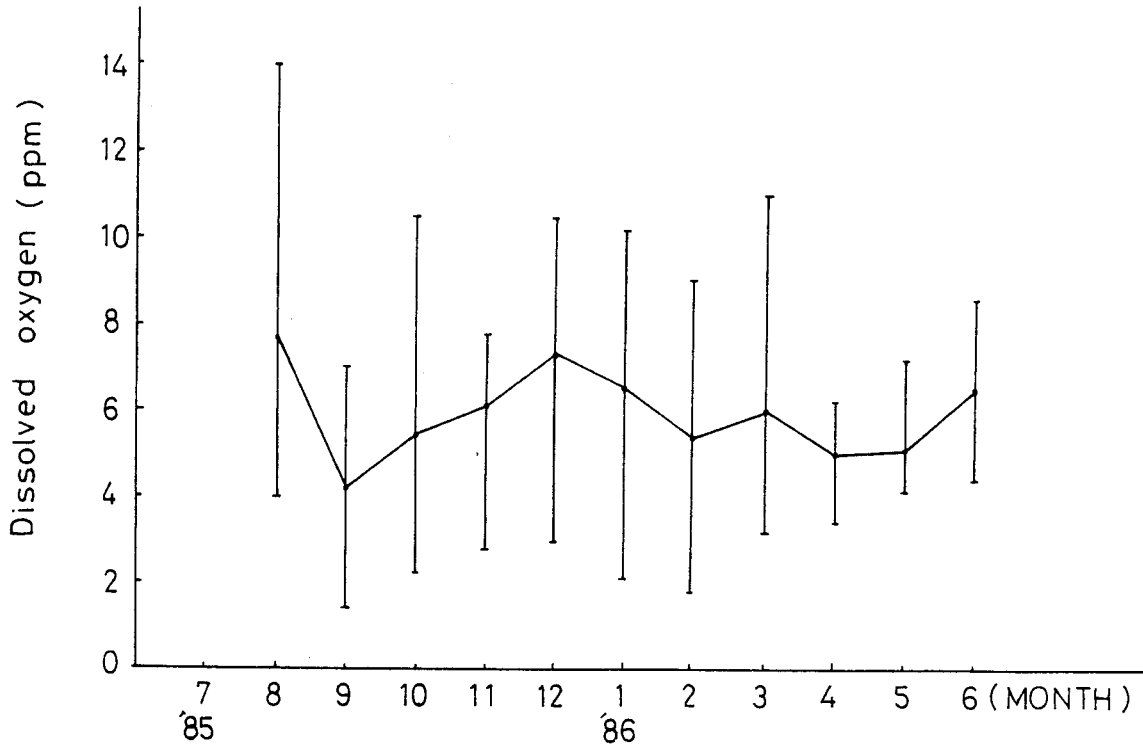


圖 六：台灣南部魚塢月別溶氧變化

Fig 6. Monthly variation of D.O. of ponds in southern Taiwan

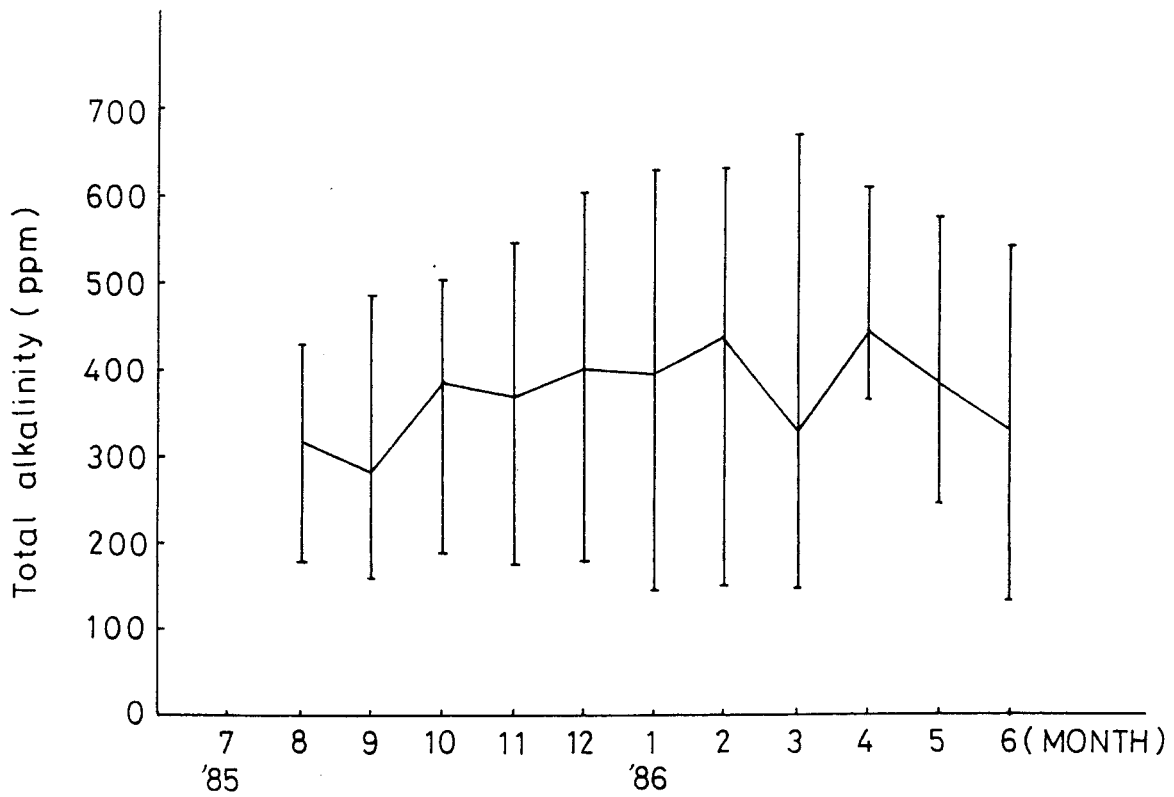


圖 七：台灣南部魚塢月別總鹼度變化

Fig 7. Monthly variation of total alkalinity of ponds in southern Taiwan

在鹽度方面，從 0~9.5‰ 均曾發生臭土味，但鹽度 10‰ 以上的魚塢，則尚未發現臭土味。這可能是池水中的鹽度破壞底泥中放射狀菌類的緣故<sup>(13)</sup>。

在藻類方面，如水中含有相當數量的藍藻、魚腥藻等會引起臭土味的藻類時，池魚就會發生臭土味。如果不含這些藻類或數量不足，那麼引起臭土味的原因大概就是放射狀菌類。

從以上得知，某些藻類和放射狀菌類是池魚發生臭土味最直接的原因。在水質資料方面，水溫、透明度、鹽度與臭土味的發生，雖經統計分析沒有發現相關關係，但大體來看，水溫低、透明度高、鹽度高比較不會發生臭土味。至於水色、pH、溶氧、銨離子等則尚未發現與臭土味的關係。

### 三、消除池魚臭土味的實例

為了解決養殖漁民池魚臭土味的問題，只要漁民通知臭土味，便立刻前往調查、採樣。並針對魚池環境、漁民意願和引起臭土味可能的原因，進行若干消除池魚臭土味的試驗，並已得到若干的成果。茲將幾種消除臭土味的方法分述如下：

#### 1. 利用季節變化使臭土味自然消除

74.11.8 新化蔡先生告知該魚塢吳郭魚有臭土味，由於當時魚還小，不急收成，於是試著讓季節變化使臭土味自然消除的方法，經 5 次採樣，至 75.2.18 採樣時，臭土味已消失。其結果如表二。

表二：蔡先生魚塢水質基礎資料變化

Table 2. Variation of fundamental data in Mr. Tsai's fish pond

date	time	Tw (°C)	Water color	Tr (cm)	pH	DO (ppm)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ppm)	Ta (ppm)	Sa (‰)	Muddy odor
Nov. 8, '85	9:30	25.5	brown-green	25	8.21	6.7	0.26	184	1.5	distinct
Nov. 13, '85	11:00	24.5	light brown-green	38	7.74	6.5	0.28	190	1.0	"
Dec. 10, '85	11:20	20.0	"	38	8.26	7.8	0.23	180	1.0	"
Jan. 14, '86	12:20	16.0	"	36	8.24	—	0.25	144	1.0	—
Feb. 18, '86	11:00	18.0	"	36	7.28	1.8	0.66	150	1.0	no muddy odor

Tw: Water temperature; Tr: Transparency; Do: Dissolved oxygen;

Ta: Total alkalinity; Sa: Salinity

從表一知，本池臭土味是由放射狀菌類所引起。從表二知，第五次採樣時，資料顯示有水溫降低、pH 降低、溶氧降低、銨離子增高等情形，其中最主要的應該是水溫的降低。這可能是水溫的降低，影響了放射狀菌類的生長和 Geosmin 的產生。

除了本例子以外，七股蘇先生的南池和義竹陳先生的池子（74年11月曾有臭土味，但12月17採樣時已消除），也是以季節變化使臭土味自然消除的例子。因為這兩個池子的臭土味都是由 *Oscillatoria*, *Anabaena* 等藻類引起，因此溫度對這些會引起臭土味藻類的生長，似乎也有抑制作用。

#### 2. 改變飼料消除臭土味

本試驗地點是和順謝先生的池子，主要飼養吳郭魚、鯉魚、鯽魚。第一次採樣是 74.8.6，第二次是 8 月 20 日，均含有中等程度的臭土味。9 月份起不用配合飼料，改投麥片、米糠，9 月 10 日採樣時，臭土味已減輕，至 75 年 1 月 11 日採樣時已無臭土味。其測定結果如表三。



表 三：謝先生魚塢水質基礎資料變化

Table 3. Variation of foundmental deta in Mr. Hsieh's fish pond

date	Tw (°C)	Water color	Tr (cm)	pH	DO (ppm)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ppm)	Ta (ppm)	Algae phase	Muddy odor
Aug. 6, '85	33.0	grass color	27	8.62	7.4	0.17	232	have <i>Anabaena</i> , <i>Oscillatoria tenuis</i>	intense
Aug. 20, '85	29.5	"	25	8.37	8.0	0.19	234	"	"
Sep. 10, '85	32.5	"	28	7.97	3.3	0.16	200	"	distinct
Jan. 11, '86	14.0	"	35	8.29	3.8	0.24	292	haven't <i>Anabaena</i> <i>Oscillatoria tenuis</i>	no muddy odor

Tw: Water temperature; Tr: Transparency; DO: Dissolved oxygen;  
Ta: Total alkalinity

由表三知，*Anabaena* 和 *Oscillatoria* 的消失應該是本池臭土味消除的主因。

由於第四次採樣時，水溫已降到 14°C，因此本池臭土味的消失是季節（水溫）變化或改變飼料的關係，或兩者均有關係，則尚待進一步探討。但飼料的改變，總會影響到水質的變化，也許會對 *Anabaena*, *Oscillatoria* 的生長產生不利的作用。而且從改投麥片、米糠不久後，臭土味已有減輕來看，改變飼料似乎也有某種程度的效果。

### 3. 撒石灰消除臭土味

本試驗池是王先生經營的釣魚池，面積 4 分多，蓄養吳郭魚（尼羅魚雜交種）供人垂釣。74年 8 月 1 日告知本分所，該池魚有臭土味，翌日即前往採樣，發現有輕微臭土味，8 月 10 日投下 3 包石灰（每包 20 台斤），8 月中旬再投下 3 包，9 月上旬再投下 4 包，至 9 月 17 日採樣時已沒有臭土味，其結果如表四。

表 四：王先魚塢水質資料變化

Table 4. Variation of foundmental deta in Mr. Wang's fish pond

date	Tw (°C)	Water color	Tr (cm)	pH	DO (ppm)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ppm)	Ta (ppm)	Sa (‰)	Muddy odor
Aug. 2, '85	35.0	light grass color	36	8.08	4.7	0.38	300	0	distinct
Aug. 11, '85	34.0	"	28	8.48	5.5	0.29	340	0	"
Sep. 11, '85	31.0	grass color	27	8.28	4.6	0.20	336	1.0	slight
Sep. 17, '85	32.0	light grass color	31	8.05	7.0	0.43	366	2.0	no muddy odor

Tw: Water temperature; Tr: Transparency; DO: Dissolved oxygen;  
Ta: Total alkalinity; Sa: Salinity

此外，西港蔡先生的魚塢也是以撒石灰來消除臭土味。蔡先生魚塢面積 1 甲左右，養殖虱目魚、吳郭魚。由於要賣魚，魚販試吃才知道有臭土味，於是在 74 年 9 月 20 日釋放 300 公斤石灰，9 月 25 日告知本分所，9 月 26 日前往採樣時，臭土味已極輕微，再隔幾天臭土味就消失了。

以上兩個池子均未發現可疑藻類，因此研判這兩個池子的臭土味可能是由放射狀菌所引起。另據東海大學報告<sup>(21)</sup>，王先生釣魚池撒石灰後，放射狀菌類顯著減少。因此撒石灰對放射狀菌類引起的臭土味可能有效，是一個值得繼續探討的問題。

#### 4. 換水消除臭土味

本魚塢佔地 1 甲多，主要飼養鯉魚、吳郭魚。74 年 8 月 6 日採樣時有臭土味，當天下午即進行換水，至 9 月 10 日前往採樣時，魚塢主告知當換水 5、6 天後，臭土味即已消失。如表五。

表 五：黃先生魚塢水質基礎資料變化

Table 5. Variation of fundamental data in Mr. Huang's fish pond

date	Tw (°C)	Water color	Tr (cm)	pH	DO (ppm)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (ppm)	Ta (ppm)	Sa (‰)	Algae phase	Muddy odor
Aug. 6, '85	33.0	dark green	22	8.40	4.1	0.38	256	4.0	have <i>Oscillatoria tenuis</i>	distinct
Sep. 10, '85	33.0	yellow-green	27	7.82	3.1	0.49	250	5.5	haven't <i>Oscillatoria tenuis</i>	no muddy odor

Tw: Water temperature; Tr: Transparency; DO: Dissolved oxygen;

Ta: Total alkalinity; Sa: Salinity

8 月 6 日採樣時，池中 *Oscillatoria tenuis* 數量約有 5,000/ml，至 9 月 10 日幾乎已消失殆盡。因此本魚池臭土味之原因，可能是池水中含有 *Oscillatoria tenuis*，而換水後 *O. tenuis* 消失，故臭土味會逐漸減輕乃至消失。這和 Yurkowski<sup>(20)</sup> 在清水中可使池魚臭土味減輕或消除是相似的情形。

此外，路竹盧先生泥鰍池和七股蘇先生北池也是以換水來消除臭土味的例子。

換水是針對藻類引起臭土味的池子有效可行的方法，而且在使用上沒有施放藥物造成衛生上的問題，是種消除臭土味很好的方法，但先決條件就是要有充足良好的水源。

#### 5. 撒硫酸銅消除臭土味

撒硫酸銅雖然不是一種很理想的方法，但因硫酸銅用很少量，就可達到殺滅像 *Anabaenopsis circularis* 這種會引起臭土味藻類的作用（表六），因此在缺乏水源，不得已的情形下，有些漁民很樂意使用。

表六：硫酸銅對 *Anabaenopsis circularis* 的殺滅作用Table 6. Killing effect of CuSO<sub>4</sub> to *Anabaenopsis circularis*

Concentration of CuSO <sub>4</sub>	Amount of <i>Anabaenopsis circularis</i>			
	0 hr	3 hrs	6 hrs	24 hrs
Blank	1,500/ml	1,500/ml	1,750/ml	3,000/ml
0.25 ppm	"	1,500/ml	1,250/ml	500/ml
0.5 ppm	"	0	0	0
1.0 ppm	"	0	0	0

從表六知，0.5 ppm 的硫酸銅即可殺滅 *Anabaenopsis circularis*。

這也有一個使用的例子，地點在安定鄉的一個釣魚池。據研判本池的臭土味可能是 *Anabaenopsis circularis* 所引起，當撒下 0.5 ppm 硫酸銅經過 7 天後，臭土味即告消失。

### 摘 要

從74年7月起至75年6月止，本試驗在台南縣市、高雄縣市、嘉義縣等地，共採取 166 個樣本，試驗結果如下：

- 一、全年度中共發14現個魚塢有臭土味，其發生季節主要在 8 月~11月之間。
- 二、在14個發生臭土味的魚塢中，有 10 個含有 *Oscillatoria tenuis*, *Anabaena viguieri* 或 *Anabaenopsis circularis* 等會引起臭土味的藻類；2 個含有會引起臭土味的放射狀菌類；另 2 個因沒有發現可疑藻類，因此也可能是由放射狀菌類引起的。
- 三、水溫低、透明度高、鹽度高比較不會發生臭土味。而水色、pH、溶氧、銨離子等則尚未發現與臭土味之關係。
- 四、利用季節變化、改變飼料、撒石灰、換水、撒硫酸銅等方法、可消除臭土味。

### 謝 辭

本試驗承蒙農委會75年度研究經費贊助，得以順利完成，在此謹致謝意。

### 參 考 文 獻

1. Thaysen, A. C. (1936). The origin of an earthy or muddy taint in fish. Ann. Appl. Biol., 23:99-109.
2. Aschner, M., C. Laventer., and I. Chorin-kirsh (1969). Off-flavor in carp from fish ponds in the coastal plain and the Gelid. Bamidgeh, 19(1):23~25.
3. Lovell, R. T. (1971). The earthy-musty flavor in intensively-cultured catfish. Proc. Ass. South. Agric. Workers. 67:102.

4. 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.
5. Lovell, R. T. (1979). Off-flavor in pond-raised catfish. *Highlights of Agric. Res.* 26: 757.
6. Lovell, R. T. (1983). New off-flavors in pond-cultured channel catfish. *Aquaculture*. 30: 329-334.
7. Lovell, R. T., and L. A. Sackey (1973). Absorption by channel catfish of earthy-musty flavor compounds synthesized by cultures of blue-green algae. *Tras. Ann. Fish. Soc.* 102: 774-777.
8. Gerber, N. N., and H. A. Lechevalier (1965). Gdosmin, an earthy-smelling substance isolated from actinomycetes. *Appl. Microbiol.* 13: 935-938.
9. 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. Technol.* 2: 461-464.
10. Rosen, A. A., C. I. Mashni, and R. S. Safferman (1970). Recent developments in the chemistry of odor in water: the cause of earthy-musty odor. *Water Treat. Examination.* 19: 106-119.
11. 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.
12. Dougherty, J. D., R. D. Campbell, and R. L. Morris (1966). Actinomycetes: isolation and identification of agent responsible for musty odors. *Science* 152: 1372.
13. Lovell, R. T. (1976). Flavor problems in fish culture. *FAO Technical Conference on Aquaculture.*
14. Lovell, R. T. (1983). Off-flavors in pond-cultured channel catfish. *Wat. Sci. Tech.* 15: 67-73.
15. 郭世榮、丁雲源 (1986) , 台灣南部養殖魚類臭土味調查研究, 付印中。
16. 湯弘吉 (1985) , 池塘水質管理, 農委會, p. 36-37。
17. 陳建初 (1981) , 水質分析, 九大, p. 66-73。
18. 陳建初 (1981) , 水質分析, 九大, p. 90-91。
19. 陳建初 (1981) , 水質分析, 九大, p. 53-54。
20. Yurkowski, M., and J. L. Taqachek (1974). Identification, analysis, and removal of geosmin from muddy-flavored trout. *J. Fish. Res. Board Can.* 31: 1851-1858.
21. 閻立平 (1986) , 養殖環境與產土味放線菌發生之關係, 印刷中。