

泥鰍之馴化試驗

吳 京 一

一、緒 言

泥鰍在臺灣分布甚廣，常居於泥沼中，肉味鮮美，生活力強，為極普遍之食用魚。民國三十六年，繆端生教授曾於上海水產月刊發表泥鰍之種類及其生殖一文，其後張振鵬先生於師大博物學會會刊第三期發表臺灣泥鰍之研究，對於泥鰍之形態及生理有所報告。作者繼張氏之後，研究泥鰍之馴化 Acclimation，先研究其高溫致死溫度，然後用各種馴化方法加以處理，試驗其高溫致死溫度有何變化，結果甚為顯著，簡報如次，藉供同好。研究中承吾師 繆端生教授予以指導，特此誌謝。又林玉鐘先生在實驗期間，不斷予以協助與鼓勵亦併此誌謝。

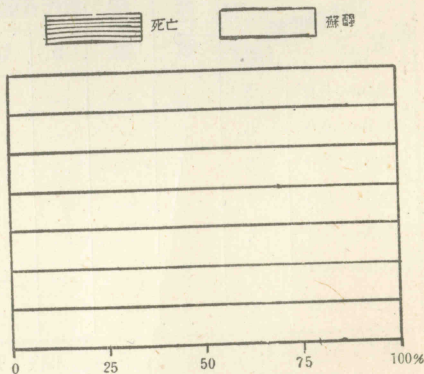
二、高溫對泥鰍之影響

普通水溫中所飼養之泥鰍，突然放入於高溫水中10分鐘後，放回常溫水中，觀察其狀態，結果如下列圖表。

39°C (室內31.2°C 常水溫31°C) 全部為假死經1分鐘後全部蘇醒。

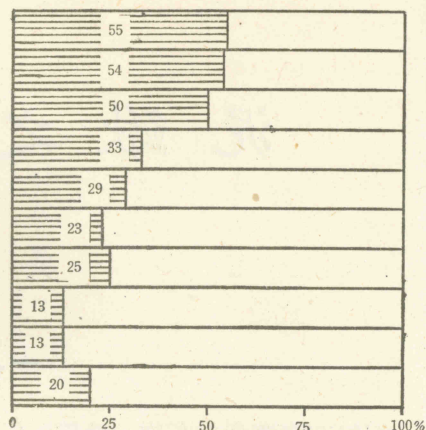
於39°C水溫中，體重與死亡率之關係

實驗個體數 體重(g)	項 目 (尾)	死亡數	假死數	假死者蘇醒需要時間(分)				
				1	2	3	4	5
2.0~ 2.9	5	—	5	4	1	—	—	—
3.0~ 3.9	3	—	3	3	—	—	—	—
4.0~ 4.9	3	—	3	3	—	—	—	—
5.0~ 5.9	4	—	4	4	—	—	—	—
6.0~ 6.9	4	—	4	4	—	—	—	—
7.0~ 7.9	3	—	3	3	—	—	—	—
8.0~ 8.9	2	—	2	2	—	—	—	—



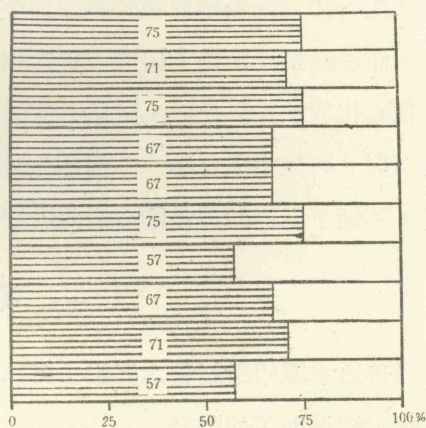
40°C(室內29.5°C，水溫29°C)

實驗個體數 (g)	項 目 (尾)	死亡數	假死數	假死者蘇醒需要時間(分)				
				1	2	3	4	5
2.0~ 2.9	18	10	8	1	—	1	2	4
3.0~ 3.9	11	6	5	2	—	—	1	2
4.0~ 4.9	8	4	4	2	—	—	—	2
5.0~ 5.9	12	4	8	5	2	1	—	—
6.0~ 6.9	13	4	9	2	2	2	1	2
7.0~ 7.9	13	3	10	3	—	2	2	3
8.0~ 8.9	8	2	6	3	1	1	—	1
9.0~ 9.9	8	1	7	4	1	1	—	1
10.0~10.9	9	1	8	4	2	2	—	—
11.0~11.9	5	1	4	3	1	—	—	~



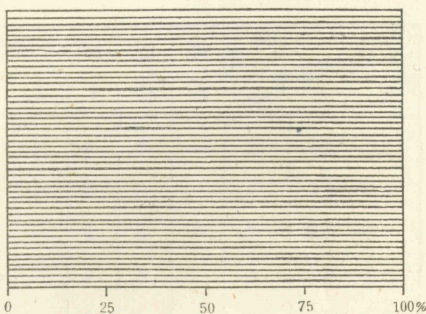
41°C(室內29.5°C，水溫29°C)

實驗體重(g)	實驗個體數 (尾)	死亡數	假死數	假死者蘇醒需要時間(分)			
				5	10	15	20
2.0~ 2.9	8	6	2	—	—	1	1
3.0~ 3.9	7	5	2	—	—	1	1
4.0~ 4.9	8	6	2	—	1	1	—
5.0~ 5.9	9	6	3	1	1	1	—
6.0~ 6.9	9	6	3	2	—	1	—
7.0~ 7.9	8	6	2	—	1	1	—
8.0~ 8.9	7	4	3	—	1	1	1
8.0~ 9.9	9	6	3	—	1	1	1
10.0~10.9	7	5	2	1	—	—	1
11.0~11.9	7	4	3	—	—	1	2



42°C(室內31.5°C，水溫31°C)全部死亡

實驗個體數 (尾)	死亡數	假死數	假死者蘇醒需要時間(分)			
			5	10	15	20
5.0~5.9	3	3	—	—	—	—
6.0~6.9	5	5	—	—	—	—
7.0~7.9	3	3	—	—	—	—
8.0~8.9	4	4	—	—	—	—
9.0~9.9	3	3	—	—	—	—
10.0~10.9	3	3	—	—	—	—
11.0~11.9	4	4	—	—	—	—



- 註：1. 實驗中所用之泥鰱，自市場買來後，常溫水中放置24小時後使用之。
 2. 實驗所用之容器為400cc_Beaker。
 3. 實驗中充分供給 O₂。

三、高溫致死溫度

普通水溫中飼養之泥鰱，突然放入38°C，39°C，40°C，41°C，42°C，等高溫之水中，觀察泥鰱之致死溫度，其結果如下表：

實驗項目 個體號碼	體 重 (g)	體 長 (cm)	普通水 溫(°C)	致死溫 度(°C)	實驗項目 個體號碼	體 重 (g)	體 長 (cm)	普通水 溫(°C)	致死溫 度(°C)
No. 1	5.5	12	17	41	8	6.5	9.5	19	41.5
2	6.0	10.5	18	42	9	6.0	10	17	41.5
3	5.5	9.5	17	41.5	10	5.0	10	17.5	42
4	6.5	10	18.5	41	11	6.5	10.5	18	42
5	6.5	9	18	42	12	5.5	12	17	41
6	6.0	9.5	18	41.5	13	6.0	10.5	18	41.5
7	5.5	9	17.5	42					

由上列試驗結果，其平均致死溫度為41.5~42°C，惟其致死溫度頗難決定，因為泥鰱在38°C~40°C之水溫中，約經2~3分鐘後，即無呼吸運動，而口向水面，身體失去平衡。若此狀態繼續10~15分鐘後，把泥鰱拿出來放於解剖盤上使接觸空氣時，經3~10分鐘後，有的可以復蘇，有的斃死，復醒者大約比斃死者多2倍。

四、溫度上升與泥鰱之反應

若取在普通水溫中之泥鰱，入於容器中，再把其容器放置水槽中，慢慢他使水溫升高時，泥鰱對於所變化之水溫有如次之反應。

項 目 水溫(°C)	主 要 之 徵 狀
27	運動平安，鰓呼吸有規則。
28	〃
29	運動稍不安，鰓呼吸亦稍促進。
30	〃
31	運動不穩，呼吸深而快。
32	〃
33	〃
34	運動不穩，呼吸速度較慢且不規則，行有腸呼吸。
35	運動不穩，鰓呼吸不規則，而深，行有腸呼吸。
35.5	運動不穩，鰓呼吸回數減少，腸呼吸稍盛。
36	運動極活潑(也許苦悶?)，呈有戰慄之狀。
36.5	運動極活潑，時常從容器跳出。

37	呼吸開始增進，運動呈苦悶之狀。
37.5	失去身體之平衡，腹部朝天，運動呈苦悶，鰓呼吸不規則。
38	失去身體之平衡，腹部朝天，運動稍衰，鰓呼吸回數開始減少。
38.5	失去身體之平衡，腹部朝天，運動衰，呼吸回數很少。
39	體直立，口出於水面，運動全衰，鰓呼吸極少。
39.5	〃
40	體直立，呼吸停止，若取出於空中，或常溫水中時，可以甦生，體柔軟。
40.5	〃
41	〃
41.5	體直立，有者，可以甦生，有者不能甦生。
42	該水溫中放置2~4分後，取出於外亦都斃死，體硬直。
42.5	

容器為500cc之燒杯，從18°C至42°升高所需要之時間為1點30分鐘。

如上實驗中，所使用之泥鰍之體重、體長如下：

個體號碼	體 重 (g)	體 長 (cm)	個體號碼	體 重 (g)	體 長 (cm)
No. 1	5.1	10.5	No. 5	5.0	11.0
2	9	11.5	6	6.0	10.8
3	6.5	10.8	7	6.5	10.8
4	5.5	10.0			

五、馴化與高溫致死溫度之關係

由上列實驗，可知泥鰍之致死溫度大約為41.5~42°C，而且這值數是大概有一定的，但可隨 Acclimation 而略有變化。由於變化之程度，可測知泥鰍對於高溫之抵抗力及適應力，其變化程度大者，其抵抗力及適應力亦均大。

此試驗所用之方法為等比法及倍比法。

a. 等比法 將泥鰍飼養於20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38°C水中各一日，飼養期中，以煮熟之豚肝喂之，以圖儘量減少生活力之減退，然後投入相當高的水溫中試驗其致死溫度，同時另取普通水中無處理過之泥鰍以為其對照。

把處理過之泥鰍與無處理過之泥鰍一對，同時放入已有41.5°C之水中而使水溫升高時，呈下列之狀態。

項目 溫度(°C)	處理過之泥鰍	項目 溫度(°C)	無處理過之泥鰍
41.5	經過40秒後，魚體突然跳的很厲害，且失去身體平衡，呼吸不規則而深，以上之狀態可繼續3分鐘，呼吸依然不規則，但慢慢地變淺，行有腸呼吸。(3分鐘)	41.5	經30秒後，動作極活潑，而要跳出。
42	呈苦悶之狀，呼吸不規則，快而淺，身體失平衡。(2分鐘)	42	溫度由41.5升至42°C之間，泥鰍呈很苦悶之狀，至42°C後，體直立，而無呼吸，後失體之平衡，橫臥容器底部，斃死。
42.5~43	有痙攣，呼吸很淺，且不規則。(40秒)		
43~44	可見心臟部搏動，但不見鰓呼吸。(35秒)		
44~45	體安靜，橫倒於容器底部，有心跳亦極微弱。(35秒)		
45~47	體柔軟，有甦生之機會(45秒)，46°升至47°C時，體慢慢地開始硬直狀態，於10分鐘後取出於空氣中亦無甦生之機會。(10分鐘)		

上面實驗所經過之時間平均為18分鐘，又其所用之材料如下。

項目 個體號碼	有處理者			未有處理者		
	致死溫度(°C)	體重(g)	體長(cm)	致死溫度(°C)	體重(g)	體長(cm)
No. 1	47	10.5	11.8	42	9.8	10.5
2	46	10.0	11.5	41.5	10.2	11.0
3	47	10.3	12.0	42	10.5	11.0
4	47	13.3	12.5	41.5	10.0	11.3
5	46	11.0	11.8	42.5	11.5	12.0
6	47	12.7	12.5	42.5	10.5	11.0

b. 倍比法 將魚養於 20, 24, 28, 32, 36°C 等各水溫中各一日，然後與等比法一樣處理之。

項目 溫度(°C)	主要徵候
41.5	鰓呼吸快速，同時行有腸呼吸，運動活潑。
42	〃
42.5	鰓呼吸快速，同時行有腸呼吸，運動極活潑呈苦悶狀。
43	鰓呼吸淺而快，呈苦悶之狀，失體之平衡，腹部朝天。
43.5	鰓呼吸淺而快，且不規則，體有痙攣，失體之平衡。
44	鰓呼吸停止，頭向下，口張開，假死斃死其分別不明顯，有的斃死，有的未死亡。
44.5	斃死。

所經過之時間為12分鐘，以上實驗行有5回，其致死溫度及體重體長如次。

個體號碼	項 目	致 死 溫 度 (°C)	體 重 (g)	體 長 (cm)
No. 1		44.3	7.5	11.5
2		44.8	6.8	10.5
3		44.0	6.5	11.3
4		44.3	10.7	12.0
5		44.5	6.6	11.8

依上列各實驗，可知 Acclimation 對於泥鰍之高溫致死溫度有顯著之影響。用等比法者平均可升高4°C，而倍比法即可升高2.4°C。

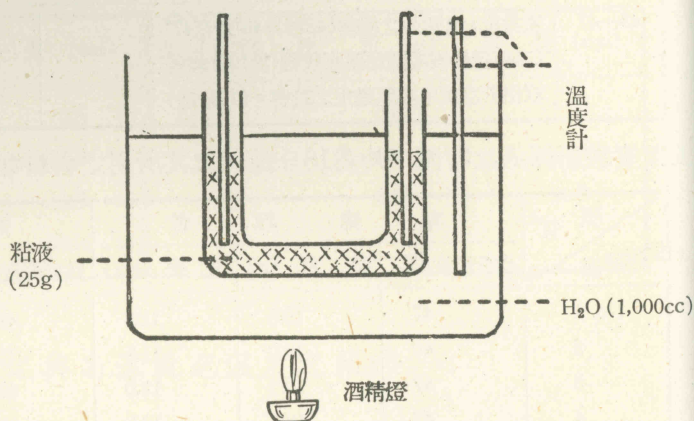
六、粘液之傳熱作用

從泥鰍之體表面上，括取其粘液，測定其傳熱作用。

處理法：

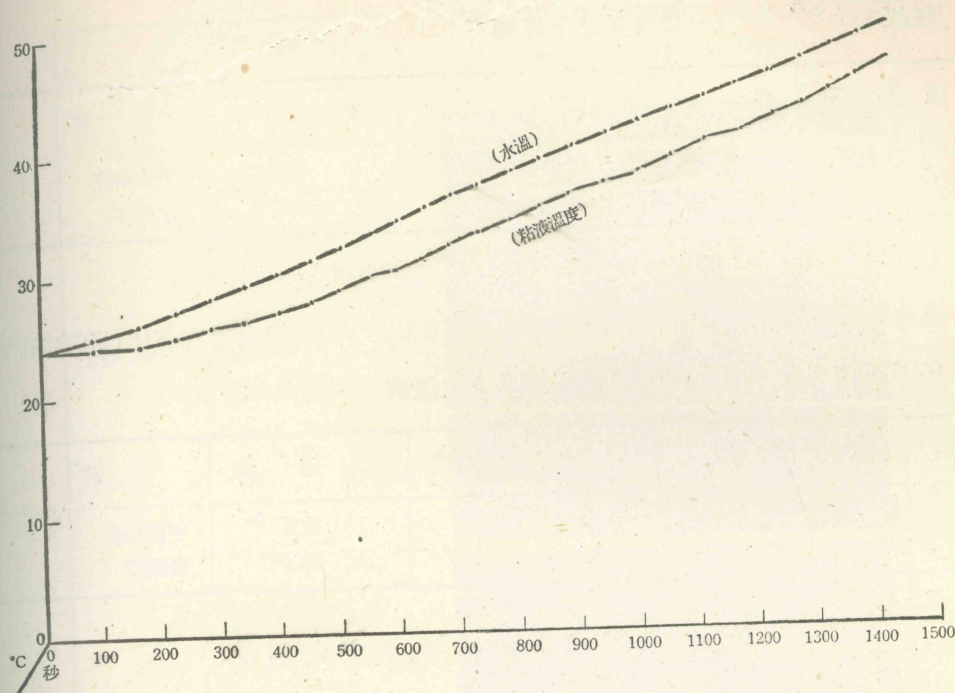
A. 傳熱作用 測定其速度：

取粘液 25g，入於「U」字管中，取此管再入於水槽中。使水槽中之水與粘液為同溫度，其後以酒精燈使水溫升高。



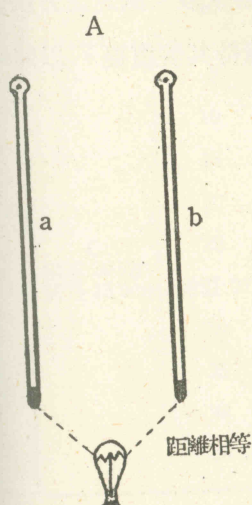
粘液 25g.，水槽中之水 1000cc，用酒精燈火使水升高，其試驗結果如下表：

使水溫升高 1°C所需要 之時間(秒)	水 溫 (°C)	粘液溫度 (°C)	使水溫升高 1°C所需要 之時間(秒)	水 溫 (°C)	粘液溫度 (°C)	使水溫升高 1°C所需要 之時間(秒)	水 溫 (°C)	粘液溫度 (°C)
90	24	24	45	32	25.5	55	42	38
80	25	24	45	33	29.5	55	43	39
60	26	24.2	45	34	30	55	44	40.5
60	27	24.8	50	35	31	55	45	41
55	28	25.5	50	36	32	60	46	42.5
60	29	26	55	37	33	50	47	43.2
55	30	26.8	45	38	34	45	48	44.5
55	31	27.5	60	39	35.2	45	49	45.5
50			60	40	36	55	50	47
			60	41	37			

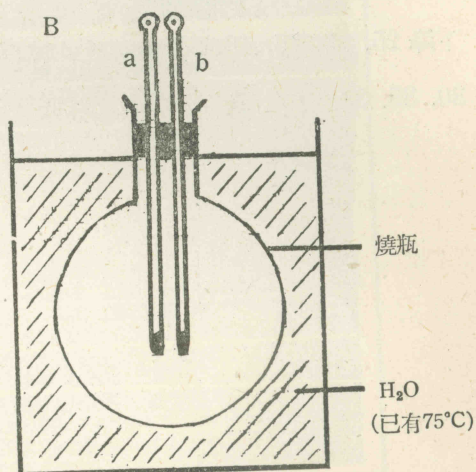


B. 吸熱作用 測定溫度上升之固定度：

取溫度計二支，一支塗布粘液於其水銀柱基部上面，一支則不塗布，其後把此二支置於離熱源距離相等之地方。本來其熱源用電炮最為理想如圖 A，但因設備不足，故本人改用下記之方法如圖 B。



溫度計 a 不塗布粘液
b 塗布粘液



起初使二支溫度計之度數相等(30°C)，其後如圖 B 處理之。

在基本時間60秒內，其溫度計上昇如下：

溫 度 計	第 一 回	第 二 回	第 三 回	註
a	42.0°C	42.0°C	42.1°C	不塗粘液
b	40.5°C	40.7°C	40.7°C	塗粘液

C. 散熱作用 測定溫度下降之速度及規定時間內之降下度。

使前者 (B吸熱作用) 之溫度計度數一樣高 (42°C)，其後置於空氣中 (此時室內溫度為29.5°C)，在規定時間內 (30秒) 觀察其降下之速度。其結果如下：

溫 度 計	第 一 回	第 二 回	第 三 回	註
a	31°C	31°C	31°C	不塗粘液
b	33.5°C	33.5°C	33.4°C	塗粘液

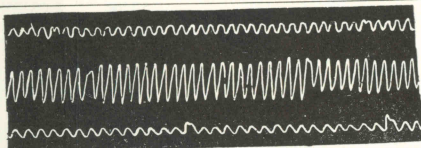
七、水溫與泥鰱呼吸運動之關係

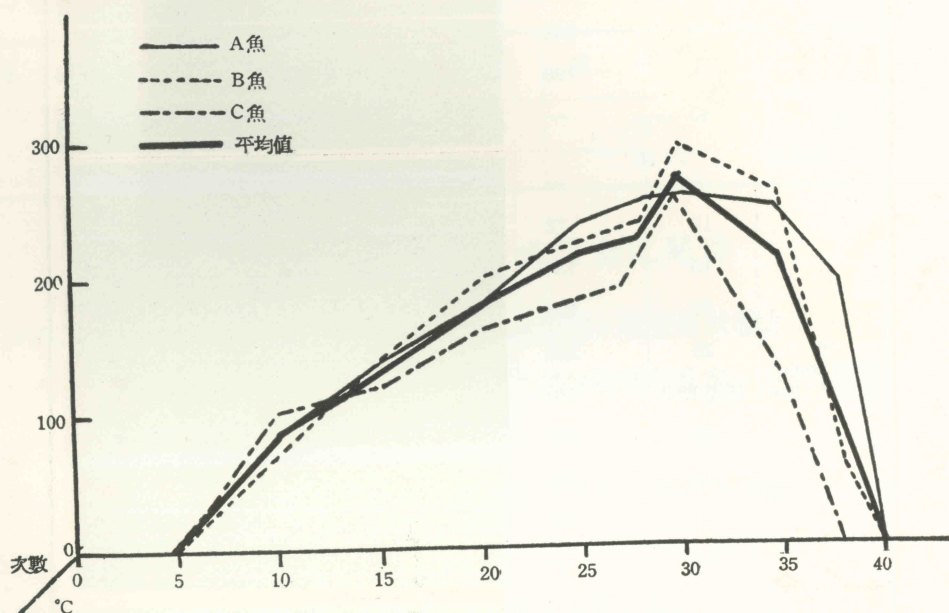
泥鰱之呼吸運動有二，一則靠鰓部，二則靠腸部。在普通狀態之下，泥鰱多用鰓呼吸而少用腸呼吸，如至稍高溫才兩者兼用之。又腸呼吸為不定期，且又甚難測定，故本人只測定鰓呼吸與水溫之關係。

選擇大型泥鰱一尾置於常溫水之缸中，以冰水及熱水任意調節缸中之水溫，而氧充分供給之下，用 Kymograph 測定其在一分鐘中之呼吸運動次數。測定之方法即由常溫下降 25, 20, 15, 10, 5°C，至 5°C 後再放置常溫水中30分鐘待其恢復後，以同一魚測定 30, 35, 38, 40°C 等各溫度中之呼吸次數，其結果如下表。

魚 別	鰓蓋運動		曲 線 圖 形 (時間單位10秒)
	處理 (°C)	每分鐘次數	
A 體重 20g 體長 15cm	5	6	
	10	84	
	15	138	
	20	180	
	25	240	
	常溫 28.5	258	
	30	264	
	35	252	
	38	198	
	40	—	
B 體重 20.5g 體長 15.5cm	5	—	
	10	72	
	15	138	
	20	198	
	25	228	
	常溫 28.2	240	
	30	300	
	35	264	
	38	64	
	40	—	
C 體重 20.7g 體長 15.5cm	5	—	
	10	102	
	15	120	
	20	162	
	25	186	
	常溫 27	192	
	30	262	
	35	126	
	38	—	
	40	—	

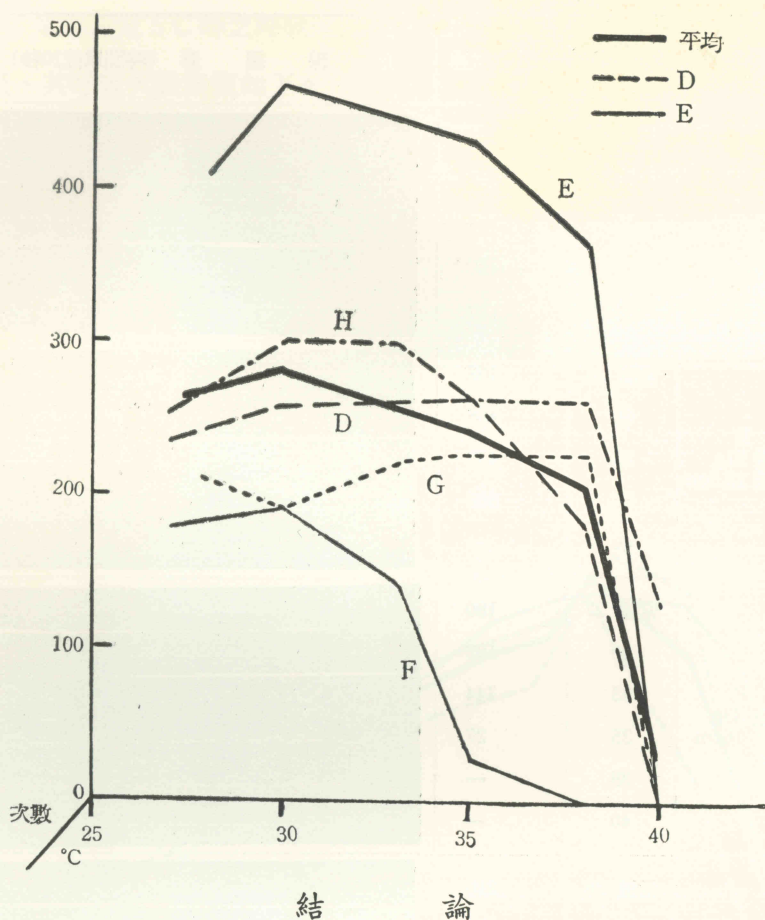
上述各 A. B. C 魚經測定 5°C 時之呼吸運動後，還回常溫水中30分鐘，以圖恢復，於常溫水中30分後，其呼吸次數恢復如下。

魚 別	處理 (°C)		每分鐘次數	曲 線 圖 形 (時間單位10秒)
	鯉蓋運動			
A	常溫	28.5	240	
B	常溫	28.2	258	
C	常溫	27	198	



由上表可知，泥鰱常由常溫降下時，其每分鐘呼吸次數曲線，大約成為拋物曲線而下降；但反之，由常溫上升至30°C時，鯉蓋運動有顯著地增多，這是否該魚等，於5°C測定呼吸運動後，在常溫水中放置30分鐘亦未恢復而所引起之一種反射作用呢？惟其呼吸次數是與正常者很接近的。解決這問題，再取泥鰱，以同樣方法處理，但僅測定其在高溫方面之呼吸次數，其結果如下。

魚 別	鰓蓋運動 處理(°C)		每分鐘次數	曲 線 圖 形 (時間單位10秒)
D 體重 21g 體長 13cm	常溫 27		234	
	30		258	
	35		264	
	38		180	
	40		—	
E 體重 21g 體長 13.5cm	常溫 28		408	
	30		468	
	35		432	
	38		366	
	40		—	
F 體重 33g 體長 16cm	常溫 27		180	
	30		192	
	33		144	
	35		27	
	38		—	
G 體重 23g 體長 13cm	常溫 28		210	
	30		192	
	33		222	
	35		228	
	38		228	
H 體重 21g 體長 13.5cm	常溫 27.2		252	
	30		300	
	33		300	
	35		262	
	38		262	
	40		132	



1. 關於泥鰍之致死溫度：

泥鰍比普通之淡水魚或鹹水魚，其致死溫度高，如 *Alburnus lacidus*, *Tinca vulgaris*, *Leuciscus rutilus*, *Golio. sp*, *Muraena conger*. 等，皆於32~34°C時斃死，但泥鰍須於41.5~42°C方斃死，其原因如次：

i) 泥鰍有鰓呼吸與腸呼吸：

普通之魚類，只靠鰓呼吸，而無腸呼吸，泥鰍之腸呈直管形，其上面有毛細血管分布極密，易於擴散氣體，故吞入之 O_2 ，至腸腔交換氣體，而一部分之 CO_2 ，溶解在腸液內，而另一部分之 CO_2 ，即由肛門排出於體外。

所以泥鰍比其他魚類交換 O_2 之機會多，當水溫升高為 34~36°C 時，其腸呼吸極旺盛。

ii) 體表面常分泌相當多而不易括取之粘液：

其粘液之傳熱作用及吸熱作用，有緩衝作用(由實驗 A, B)而知。

大約升至38~40°C時，泥鰍即失去身體之平衡，呈昏睡之狀，且無呼吸作用，且又失

去知覺作用，同時肌肉亦不呈收縮作用。若更升高 $1.5\sim 2^{\circ}\text{C}$ 時，即呈假死狀態，若繼續此狀態時，則泥鰍之生命僅有 $3\sim 4$ 分之時間而已，但此時，如果冷却其容器或將泥鰍本身置於濕潤之空氣中時，即可以甦生。這與粘液之傳熱，吸熱，及散熱作用或有密切之關係。

失去體之平衡時，同時呈戰慄的情形。至假死期後，若更增高其溫度時，遂呈硬直之徵狀。

2. 關於泥鰍之 Acclimation:

i) 若沒有處理過之泥鰍，突然放入於 $41.5\sim 42^{\circ}\text{C}$ 之水温(致死溫度)時，僅經 $2\sim 4$ 分鐘後，就結束其生命。但如果用等比法，倍比法等方法處理時，其致死溫度可升高至 $44^{\circ}\text{C}\sim 46^{\circ}\text{C}$ ，此原因或與粘液有關。

ii) 突然將泥鰍放入高溫水中，則呼吸運動及循環作用，皆突然旺盛，體內毒素亦隨之突然增加，同時其表皮有如灼傷之狀，假如灼傷部位過大，則亦可促進其死亡，但若用等比法，成倍比法處理，則粘液之分泌逐漸增多，而粘液則可緩衝溫度之傳導，可使對於高溫致死溫度有臨時抵抗之效用。

參 考 文 獻

1. 繆端生：泥鰍之種類及生殖(上海水產月刊36期)民國36年。
2. 繆端生、張振鵬：臺灣泥鰍之研究(師大博物學會會刊第三期)民國41年。
3. 鄧火土：臺灣高地產陸封鮭魚的形態與生態 臺灣省水產試驗所試驗報告第5號79~81民國48年。
4. 林壽站：泥鰍に就いて 日本動雜15(181)410~414 1903
5. 桑野久任：魚類の生活に耐ゆべき最低湖度 日本動雜12(141)255 1900
6. スツ：魚類の生活に耐ゆべき最高溫度及びその影響 日本動雜12(138)146~147 1900
7. Rubin M. A.: 魚類の溫度感覺 日本動雜47(561)429 1935
8. Loeb J.: 魚類の溫度に對する適應 日本動雜24(278)533~534 1912
9. Doudoroff Peter: The Resistance and Acclimatization of marine fishes to Experimental changes. I. Experiments with *Girella Nigricans* (Ayres).
The Marine Biological Laboratory. Bio Bull Vol. 83 p. 219-240 1942.
10. Doudoroff Peter: The resistance and Acclimatization of marine fishes to temperature changes II. Experiment with *Fundulus* and *Atherinops*. Bio Bull Vol. 88 p. 194-206 1945.
11. Laurence Irving, Edgar C. Black and Virginia Safford: The influence of temperature upon the combination of oxygen with the Blood of trout. Bio Bull Vol. 80. p. 1-17 1941.
12. Sumner F. B. and Urless N. Lanham: Studies of the Respiratory metabolism of warm and Cool Spring fishes. Bio Bull Vol. 82 p. 313-326. 1942.
13. Fry F. E. J., V. S. Black and Edgar C. Black: Influence of temperature on the asphyxiation of young Goldfish (*Carassius auratus* L.) under various tension of oxygen and carbon dioxide. Bio Bull Vol. 92. p. 217-223 1942.
14. Green, James W. and Joseph F. Hoffman: A Study of isotonic solution for the erythrocytes of some marine teleosts and elasmobranchs. Bio Bull Vol. 105. p. 289-295 1953.
15. Meuwis A. L. and M. J. Heuts: Temperature dependence of breathing rate in carp. Bio Bull Vol. 112 p. 97-107, 1957.
16. Ronkin R. R.: Cytological studies on mucus formation and Secretion in *Busycon* Bio Bull Vol. 102. p. 252-260 1952.