

水 質 研 究

I. 試驗魚池24小時溶氧變化情形

黃博信 · 劉嘉剛

Water Quality Research:

I. The Daily Fluctuation of Dissolved Oxygen Concentration in Freshwater Fish Ponds

Bor-Shin Huang and Chia-Kua Liu

The purpose of this paper is to present the daily fluctuation of dissolved oxygen concentration (D. O.) of freshwater fish ponds in different conditions. The experiment was carried out from Oct. 1980 to June 1981 at about 10 days interval. The results of each experiment are quite similar, but we get some types summarized as follow:

1. It was found the D. O. in ponds with transparency below 25 cm declined to critical point before sunrise, especially in summer.
2. It was found the D. O. in ponds with very high stocking density and with overcrowding *Daphnia* were lower than ordinary ponds entire day.
3. D. O. deficiency would't appear in flowing-water ponds and in stagnant ponds during winter.
4. D. O. deficiency would't appear from AM 10 to PM 10 in ordinary ponds during summer.

前 言

魚類的成長，攝餌及飼料效率與養魚池所含溶氧有密切關係，為促進魚類成長及增加飼料效率，養魚池水需含有適當的溶氧（野村 1980）⁽¹⁾。且魚池長期含較低的溶氧，將使魚池較易受細菌之感染（plumb 1976）⁽⁶⁾。更有甚者，池水中溶氧若低於臨界點Critical Point常使池水一夜間大量死亡。所以充份供給水中所含溶氧是池塘管理中最重要的事項之一。本實驗測定不同魚池於每日24小時溶氧變化情形，實驗約每隔10天測定一次，由1980年10月起測定至1981年 6月，故可包含多種情況下魚池24小時溶氧變化情形。此溶氧變化情形可作為養魚池適當時間打氣或注水之參考，以增加魚生產量，避免池魚死亡及減少養魚耗電成本。

材料與方法

以本分所下列魚池為試驗魚池，其面積，放養魚種、數量及給餌情形如下：

B₅：面積 145m²，放養體長 8—13公分吳郭魚 2000尾，每日給予南陽公司出品吳郭魚餌 0.5公斤。

B₇：面積 145m²，放養體長 2— 3公分錦鯉苗20000尾，每日給予鯉飼料及麵粉共約 1.5公斤。

B₁₁：面積 145m²，放養約 150公克重蚌 900隻及體長約 2— 3公分福壽魚1000隻，每日給予米糠約 1.5公斤。

B₁₉：面積 136m²，放養體長約15公分塘虱魚 500尾（總放養量約 100公斤），每日給予魚醬 2

公斤及顆粒餌 2公斤。

C2：面積 850m²，放養約 1公斤重鱸魚種魚52尾，每日給予魚醬及鰲飼料共約 5公斤。

C3：面積1074m²，放養草鏈魚約 120公斤，每日給予米糠、花生粕及牧草各 2公斤。

鱸魚流水池：面積26m²，放養體長約10~12公分鱸魚 100尾，每兩天給予南陽公司出品鱒魚餌約 1公斤。

溶氧之測定係採用Azide Modification of Winkler Method (Wellington 1961) ⁵，採水位置離水面約20公分深。

透明度之測定係採用中村氏 (1954) 所提倡直徑 5公分，厚 0.4公分之白色小圓盤，沈入水中直看不見到白色為止，其深度即為透明度。

結 果

本實驗每隔約10天測一至二個魚池，將多次實驗結果歸納如下：

1. 透明度較低的池塘每日溶氧變化大，水色透明的池塘每日溶氧變化小。如Fig. 1. Tab. 1. 所示，# 1下午 2時透明度為25公分，含溶氧 9.94c.c./l，上午 6時含溶氧1.61c.c./l。# 2此池塘測定前一天起連續換水，水色透明，下午 2時含溶氧5.11c.c./l，上午 6時含溶氧2.17c.c./l。# 3係流水池，水色透明，下午 2時含溶氧 7.42c.c./l，上午 6時含溶氧 4.97c.c./l。# 3水溫較# 2者低 5—10°C，# 3含溶氧整日均較# 2為高。

D.O.

c.c./L

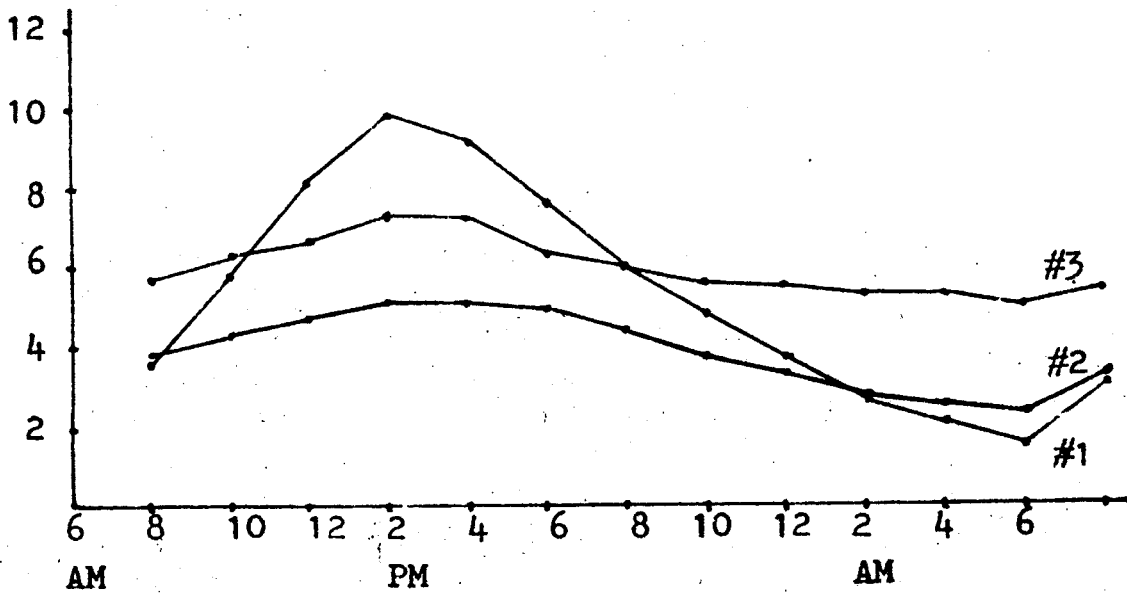


Fig 1. The daily fluctuation of D.O. in fertilized and unfertilized ponds
 #1 D.O. in fertilized B5 pond on a shiny day, April 28, 1981. Water color of the pond is green.
 #2 D.O. in unfertilized C2 pond on a shiny day, April 28, 1981. Water color of the pond is transparent.
 #3 D.O. in Flowing-water pond on a shiny day, Jan. 22, 1981. Water color of the pond is transparent.

Tab. 1: Experimental data of D.O. in fertilized and unfertilized ponds.

Time	AM			PM				AM					
	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	3	6	8
Temp. (°C)													
# 1	25.5	26.5	28.5	29.5	29.0	28.5	28.0	28.0	27.5	27.0	26.5	26.5	27.0
# 2	25.5	26.5	28.0	29.0	29.0	29.0	28.5	28.5	28.0	28.0	27.5	27.5	28.0
# 3	20.5	21.0	21.5	21.5	21.0	20.5	19.5	19.5	19.0	18.5	17.5	17.0	17.5
D.O. (c.c./L)													
# 1	3.64	5.95	8.19	9.94	9.24	7.56	6.02	4.90	3.71	2.66	2.10	1.61	3.22
# 2	3.78	4.27	4.69	5.11	5.04	4.90	4.27	3.71	3.15	2.59	2.38	2.17	3.21
# 3	5.74	6.37	6.86	7.42	7.28	6.30	5.88	5.67	5.53	5.32	5.18	4.97	5.32
Transparency (cm)													
# 1	26.0	26.0	25.5	25.0	25.0							28.0	27.0
# 2	(Transparent)												
# 3	(Transparent)												

1# 2# 3: (see Fig. 1)

2. 池塘每日溶氧變化情形，因季節而不同。Fig. 2 Tab. 2所示係面積1074m² C3池塘於春夏秋冬不同季節，所測得的結果；及面積 145m² B₁₁池塘夏季所測得的結果。# 1春天C3池塘中午 2時透明度30公分，含溶氧8.26c.c./l，上午6時含溶氧4.27c.c./l。# 2夏天C3池塘，中午 2時透明度24公分，含溶氧 7.42c.c./l，上午 6時含溶氧 1.96c.c./l。# 3夏天B₁₁池塘，下午2時透明度21公分，含溶氧 11.7c.c./l，上午 6時含溶氧 0.49c.c./l。# 4秋天C3 池塘，下午 2時透明度 37公分，含溶氧 7.56 c.c./l，上午 6時含溶氧3.15c.c./l。# 5冬天C3 池塘，下午 2時透明度39公分，含溶氧 7.77c.c./l，上午 6時含溶氧6.72c.c./l。

Tab. 2: Experimental data of D.O. in ponds every season.

Time	AM			PM				AM					
	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8
Temp. (°C)													
# 1	19.0	19.5	20.0	20.0	20.5	20.0	20.0	19.5	19.0	19.0	19.0	18.5	19.0
# 2	28.0	28.5	29.5	30.0	30.5	30.5	30.0	29.5	29.5	28.5	28.0	27.5	28.0
# 3	28.0	29.0	30.0	31.0	31.0	31.0	30.5	29.5	29.0	28.5	28.0	27.5	28.5
# 4	27.5	28.0	28.5	29.5	29.5	28.5	28.0	27.5	27.0	27.5	26.0	25.5	26.0
# 5	10.5	11.5	13.0	13.5	13.5	13.0	12.5	12.0	11.5	11.0	10.5	10.5	10.5
D.O. (c.c./L)													
# 1	5.88	6.58	7.42	8.26	9.45	8.33	7.42	6.86	6.30	5.67	4.90	4.27	5.18
# 2	3.50	4.55	5.67	7.42	7.98	7.63	5.18	3.85	3.08	2.52	2.10	1.96	3.78
# 3	2.87	6.30	9.38	11.7	12.0	10.6	7.56	5.04	3.22	1.47	0.63	0.49	3.22

# 4	5.74	7.04	7.42	7.56	7.28	6.58	5.60	5.01	4.73	4.02	3.54	3.15	4.62
# 5	7.00	7.35	7.56	7.77	7.63	7.42	7.35	7.28	7.21	7.07	6.86	6.72	7.00
Transparency (cm)													
# 1	32	31	31	30	30								32
# 2	29	28	26	24	24	24						30	30
# 3	26	25	23	21	21	22						26	25
# 4	40	39	37	37	38							40	39
# 5	37	38	38	39	39							43	40
# 1# 2# 3# 4# 5: (see Fig. 2)													

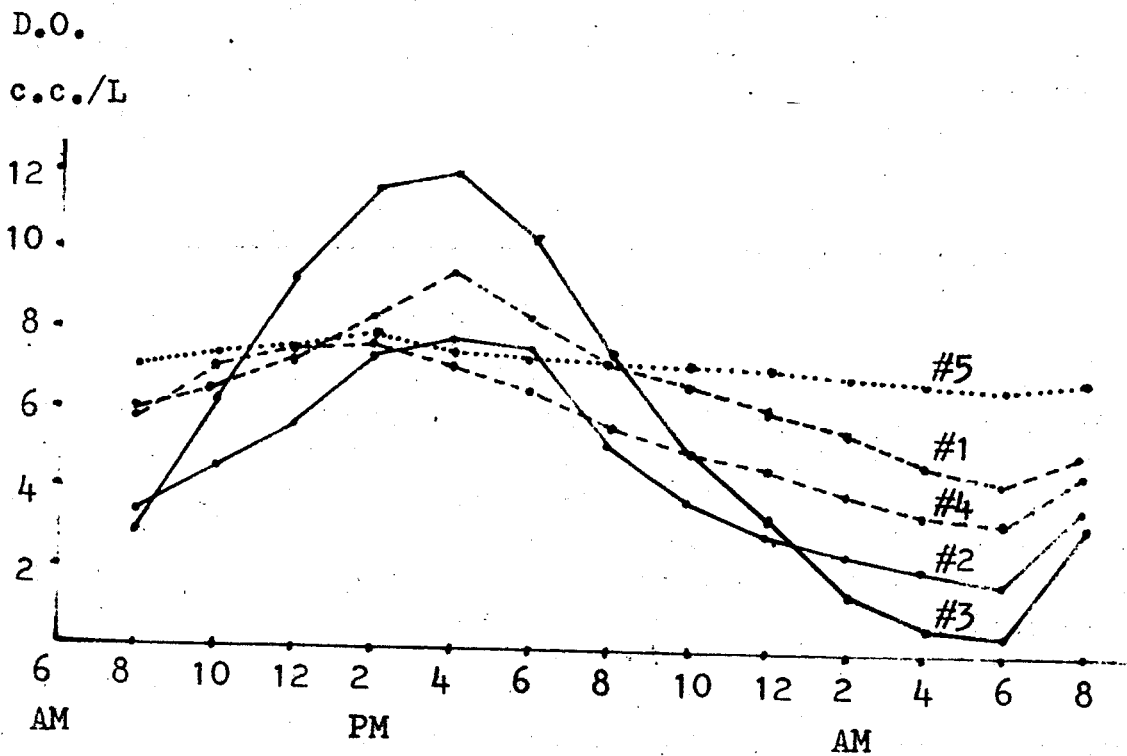


Fig 2. The daily fluctuation of D.O. in ponds every season.
 #1 D.O. in C3 pond on a cloudy day, March 4, during spring, 1981.
 Water color of the pond is brown.
 #2 D.O. in C3 pond of 1074 M² in size on a shiny day, June 26, during summer, 1981. Water color of the pond is green.
 #3 D.O. in B11 pond of 145 M² in size on a shiny day, June 26, during summer, 1981. Water color of the pond is green.
 #4 D.O. in C3 pond on a shiny day, Oct. 8, during autumn, 1980.
 Water color of the pond is brown.
 #5 D.O. in C3 pond on a shiny day, Jan. 14, during winter, 1980.
 Water color of the pond is brown.

3. 放養密度過高及水蚤繁生的池塘，每日溶氧含量較一般池塘為低。如Fig. 3 Tab. 3所示，# 1為B₁₈池面積 136m²，放養約 100公斤塘虱魚，其溶氧含量整日於2.10至2.80c.c./l之間，該池塘水色暗土色。# 2為B₇池塘，水蚤繁生，約含 1— 2隻/c.c.，中午 2時透明度36公分含溶氧 6.86c.c./l，上午 6時含溶氧 1.05c.c./l。# 3與# 2係同一日測定，兩者水溫、透明度亦相近，但# 3係面積 1074 m²之C3池僅放養 120公斤草鯪魚，亦看不見水蚤，其溶氧含量中午 2時為 7.56c.c./l，上午 6時為 2.66c.c./l。

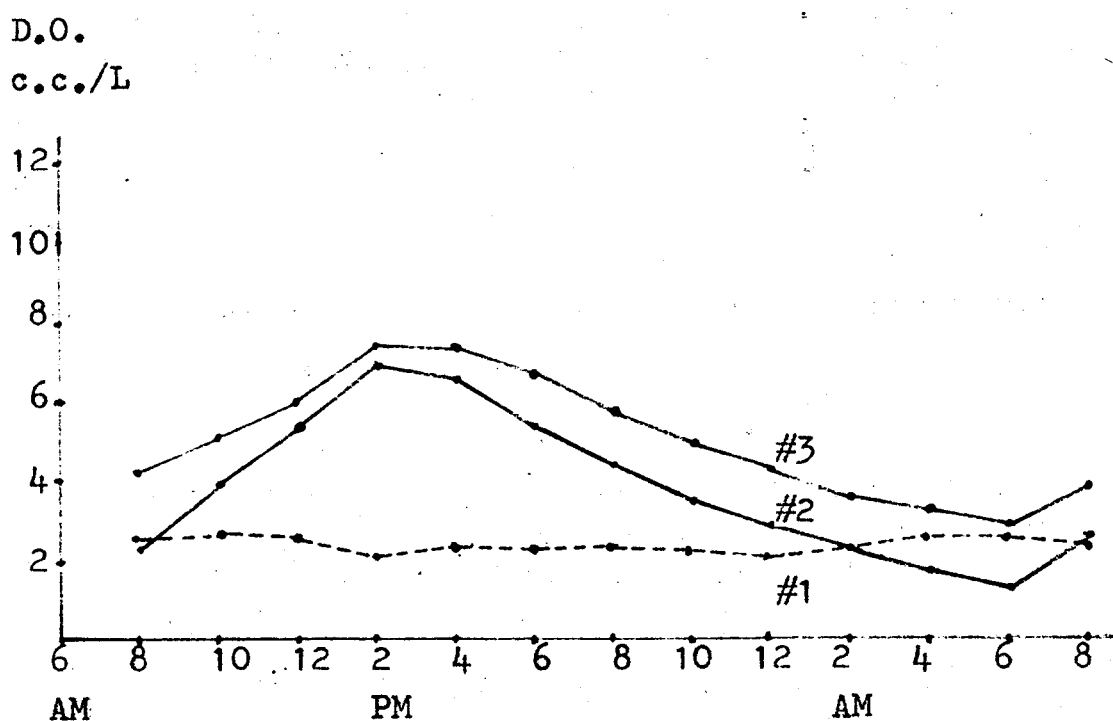


Fig 3. The daily fluctuation of D.O. in ponds with overcrowding daphnia or fish.

#1 D.O. in B₁₈ Pond of 136 M² in size, with about 100 kg Catfish (*Clarias mossabicus*), on a shiny day, March 4, 1981. Water color of the pond is some dark.

#2 D.O. in B₇ Pond of 145 M² in size, with about 1-2 daphnia/c.c., on a shiny day, April 8, 1981. Water color of the pond is brown.

#3 D.O. in C3 Pond of 1074 M² in size, with 120 Kg Silver Carp and Grass Carp, on a shiny day, April 8, 1981. Water color of the pond is brown.

Tab: 3: Experimental data of D.O. in ponds with overcrowding daphnia or fish.

Time	AM			PM				AM					
	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8
Temp. (°C)													
# 1	20.5	20.5	21.0	21.5	21.5	21.0	21.0	20.5	20.0	19.5	19.5	19.0	19.5
# 2	23.0	23.5	24.0	24.5	24.0	23.5	23.5	23.0	23.0	22.5	22.5	22.0	22.5
# 3	22.5	23.0	23.5	24.5	24.0	23.5	23.5	23.0	23.0	22.5	22.5	22.0	22.5
D.O. (c.c./L)													
# 1	2.66	2.80	2.45	2.10	2.45	2.38	2.38	2.17	2.10	2.38	2.59	2.52	2.38
# 2	2.31	3.58	5.32	6.86	6.43	5.25	4.34	3.50	2.80	2.17	1.61	1.05	2.54
# 3	4.06	5.04	5.95	7.56	7.28	6.44	5.60	4.83	4.20	3.58	3.22	2.66	3.78
Transparency (cm)													
# 1	43	43	43	43	45							41	43
# 2	39	38	37	36	37	38						39	39
# 3	38	38	37	37	38	38							38

1 # 2 # 3: (see Fig. 3)

討 論

本試驗結果顯示，夏季綠藻繁生之較小池塘，水中所含溶氧24小時變化較大，且清晨6時溶氧含量甚低。此外放養密度太高，水蚤繁生之池塘，溶氧含量整日偏低。通常池塘上午10時至下午10時不虞溶氧含量缺乏，此外流水式的池塘及冬天止水式的池塘亦不致於溶氧缺乏。本次實驗所測定的池水深最多85公分，溶氧分層情形，經實際測定結果並不明顯，僅較綠池塘中午表層與底層有些微之差異，此差異在0.35c.c./l以下。

本實驗所測得之溶氧含量最低為Fig. 2中# 3真珠池，上午6時含溶氧0.49c.c./l；其次為Fig. 3中# 2錦鯉池，上午6時溶氧含量為1.05c.c./l。在上述魚池中僅真珠池有明顯池魚及蚌死亡情形。

Faruqui氏(1975)⁽⁴⁾指出，浮游植物快速光合作用使池水所含溶氧增至14c.c./l時，可導致一種魚類Carp Fry患氣泡病(gas bubble disease)。且池水太綠，清晨溶氧含量極低，故對養魚甚為不利。

根據Swingle氏的報告(1969)⁽⁷⁾，養魚池最適合的溶氧含量為3.5c.c./l以上。溶氧含量長期低於0.7c.c./l，池魚會致死，溶氧含量短期低於0.21c.c./l，池魚亦多致死。

此外野村氏(1980)⁽¹⁾指出，維持魚類正常成長及飼料效率的健全溶氧臨界值，活動性較小的鯉魚、鰱魚為2—3c.c./l，活動性較高的鮭鱒魚、香魚為3.5—4.5c.c./l。低於上述溶氧臨界值，成長率、攝餌率及飼料效率均急速下降。

佐野和生氏(1950)⁽²⁾指出，魚池中溶氧的來源，注入水溶入佔3.6%，大氣溶入佔7.2%，浮游植物光合作用產生溶氧佔89.2%，而溶氧之消耗，浮游生物呼吸作用佔47.8%，底泥殘渣分解耗氧佔35.9%，物理性溶出佔1.6%，魚類之消耗佔14.7%。以上溶氧之來源及消耗可解釋本實驗之結果。Fig. 1—3中有因光合作用旺盛而快速增加溶氧，冬天池塘因水溫較低及動植物呼吸作用減緩，故溶氧含量較高；流水池則因增加物理溶解而增加溶氧；相反地，夜間因光合作用停止及水生動植物之呼吸作用使溶氧含量逐漸降低；較高的放養密度及繁多的水蚤亦因呼吸作用耗氧較多而使溶氧含量偏

低，底泥殘渣分解亦會耗氧，但以本分所各魚池之給餌量，不易發現給餌過量池塘24小時溶氧變化情形。

本實驗結果可供養魚業者參考，養魚池透明度不得低於25公分；水蚤太多，放養太密均非所宜；一年四季中以夏季尤其清晨應加強打氣或注水，以免缺氧魚池遭意外損失。通常池塘上午10時至下午10時不需打氣，以節省能源。

摘 要

本實驗主要係測定淡水魚池於各種不同情況下，每日24小時溶氧變化情形，實驗從1980年10月開始進行至1981年6月止，約每隔10天測定一次。雖每次測定所得之結果大致類似，然亦可歸納出多種不同的溶氧變化情形。摘要如下：

1. 透明度小於25公分之池塘，尤其在夏季，清晨日出前有溶氧缺乏情況。
2. 放養密度過高，水蚤繁生之池塘，整日溶氧均較正常池塘者為低。
3. 流水式的池塘及冬天止水式的池塘不虞溶氧缺乏。
4. 通常池塘在上午10時至下午10時溶氧均足夠，不必打氣以節省能源。

謝 辭

本實驗承本分所彭鏡洲先生提供意見，現場工作同仁給予工作上之方便，以及分所全體同仁之通力合作，得以有成，謹此致謝。

參考文獻

1. 野村 稔 (1980) 流水池の環境和魚類生産。淡水養魚と用水。恒星社厚生閣pp64—83。
2. 平野 禮次郎 (1980) 止水養魚池における水質環境。淡水養魚と用水。恒星社厚生閣pp47—63。
3. 中村 中六 (1954) 養魚池透明度の一表現法。日水誌19 (11) : 1096—1099。
4. Claude E. Boyd, (1979) Water Quality in Warmwater Fish Ponds:309—312。
5. F. Wellington Gilcreas, Gail P. Edward, and Michael J. Taras, (1961) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater:309—312。
6. Plumb. J. A., and J. Defigueiredo. (1976) Necrosis and Bacterial Infection in Channel Catfish Following Hypoxia. J. Wildl. Disease. 12:247—253。
7. Swingle, H. S. (1969) Methods of Analysis for Water, Organic Matter, and Pond Bottom Soils Used in Fisheries Research. Auburn Univ., Auburn, Ala. 119pp。