

增溫對養殖物越冬之影響

朱永桐·葉信利·丁雲源

The Effect of Overwinter with Increasing Temperature for Several Fishes (*Chanos chanos*, *Lates calcarifer*, *Epinephelus* sp.)

Yeong-Torng Chu, Shinn-Lih Yeh and Yun-Yuan Ting

The aquaculture was a discontinuous condition for the low temperature in winter, Taiwan. Many tropical species that need longer time to rear, so they must often undergo overwinter and they could grow to the size by selling on next year. The purpose of this studies were obtained the effects of overwinter with increasing temperature on the milkfish (*Chanos chanos*), sea bass (*Lates calcarifer*), and groupers (*Epinephelus* sp.). The results were summarized as follows:

1. The survival rate of overwinter on milkfish (*Chanos chanos*) in sequence was $+6^{\circ}\text{C} > +4^{\circ}\text{C} > \text{ambient}$, and they have difference. On the growth they were significant too, and the sequence was $+4^{\circ}\text{C} > +6^{\circ}\text{C} > \text{ambient}$.
2. The survival rate and growth rate have difference of sea bass (*Lates calcarifer*), and both value according to enhance temperature. At the values of survival rate were 77.78% ($+6^{\circ}\text{C}$), 63.64% ($+4^{\circ}\text{C}$), and 34.38% (ambient).
3. The survival rate of overwinter on groupers (*Epinephelus* sp.) among groups the sequence was $+4^{\circ}\text{C}$ (96.67%) $> +6^{\circ}\text{C}$ (89.66%) $> \text{ambient}$ (89.66%) in Feb. -Apr., 1990. They have difference of excessive significance on growth rate, and The sequence were $+6^{\circ}\text{C} > 4^{\circ}\text{C} > \text{ambient}$.

關鍵字：增溫、越冬、虱目魚、金目鱸、石斑魚

Key words: increasing temperature, overwinter, *Chanos chanos*, *Lates calcarifer* *Epinephelus* sp.

前 言

近年來臺灣水產養殖業朝向純海水養殖及淺海養殖發展，養殖對象也以高經濟價值的海水魚類為主，諸如石斑魚、海水鯛類（黑鯛、黃錫鯛、黃鰭鯛、嘉臘……）、金目鱸……等等。而這些魚種自稚魚成長至上市體形，往往均要經一年以上之養殖。本省屬亞熱帶氣候，夏季水溫都在攝氏 25 ~ 32

°C之間，相當適合熱帶魚種（適溫範圍為 25 ~ 35 °C）及溫帶魚種（適溫範圍為 15 ~ 28 °C）⁽¹⁾之養殖。但在本省冬季之水溫普遍降低至 15 ~ 20 °C間，尤其在寒流來襲時更有降至 10 °C 以下之低溫，而容易造成養殖魚類凍斃死亡之現象⁽²⁾⁽³⁾。於是在冬季期間，這些高經濟魚類就面臨著成長緩慢，抗病力低及因低溫而產生之生理障礙，和活存率低下之問題。

所以今日為了能使臺灣養殖業，不因氣候因素於冬季造成休養狀態或凍斃現象，因此如何能使這些魚類度過冬季之危險期，實是今日於臺灣發展水產養殖業之主要課題，本實驗乃以增溫方式，來探討增溫對冬季養殖之虱目魚、金目鱸、石斑魚越冬之影響。

材料與方法

一、材 料

虱目魚 (*Chanos chanos*) : 78 年 12 月取自臺南分所越冬溝培育之魚苗 180 尾，平均體重為 7.01 ± 0.21 g。

金目鱸 (*Lates calcarifer*) : 78 年 12 月購自臺南四草地區養殖戶所培育之魚苗 250 尾，平均體長為 67.81 ± 1.93 mm，平均體重為 7.51 ± 4.33 g。

石斑魚 (*Epinephelus* sp.) : 78 年 12 月購自臺南四草地區養殖戶所蓄養之魚苗 250 尾，平均體長為 63.59 ± 1.17 mm，平均體重為 7.00 ± 0.51 g。

二、方 法

虱目魚、金目鱸、石斑魚先經一星期蓄養後，以三口室外水泥池 (1.5 × 4 × 1 m³) 進行試驗，一口增溫 4 °C，一口增溫 6 °C，另一口則不加溫為對照組，增溫系統為鍋爐蒸氣加溫。

試驗採混養方式進行，每口池子混養虱目魚、金目鱸、石斑魚各 40 尾，共 120 尾。石斑魚及金目鱸餌料以切碎雜魚肉為主，每天下午餵食一餐，投餌方式為將下雜魚肉置於投餌籃中，隔天早上檢查攝食情形，並將剩餘之殘餌撈起，以防水質惡化。虱目魚則不投餌料，讓其攝食池中底藻及浮游性藻類，並依池中水質狀況適時予以換水。

每天記錄溫度及鹽度，並且每天早上、下午依據對照組之溫度變化，調整增溫組之溫度。實驗開始時先行測定標準體重及體長，以後定期進行體長及體重之測定，測定前以麻醉劑 2-phenoxyethanol 200 ppm 麻醉，以防受測定之魚跳動及造成過度緊迫。以測得之數據推算體長及體重之平均日成長率和活存率，再以變方分析法對成長率及活存率作分析檢定⁽⁴⁾。

$$\text{體重平均日成長率} = (W_t - W_0) / (W_0 \times D) \times 100 \%$$

$$\text{體長平均日成長率} = (L_t - L_0) / (L_0 \times D) \times 100 \%$$

式中 W_t : t 時間所測得之平均體重。

W_0 : 試驗開始時之平均體重。

L_t : t 時間所測得之平均體長。

L_0 : 試驗開始時之平均體長。

D : 實驗開始至測定時之日數。

活存率 : 活存尾數 / 總尾數 × 100 %

結 果

一、溫度及鹽度變化

試驗期間自 78 年 12 月 14 日起至 79 年 4 月 30 日止，溫度及鹽度的變化情形如圖 1 及圖 2 所示。鹽度之變化在三組之間並無很大差異，整段試驗期間之鹽度變化範圍在 25 ~ 38 ppt 之間，於溫度方

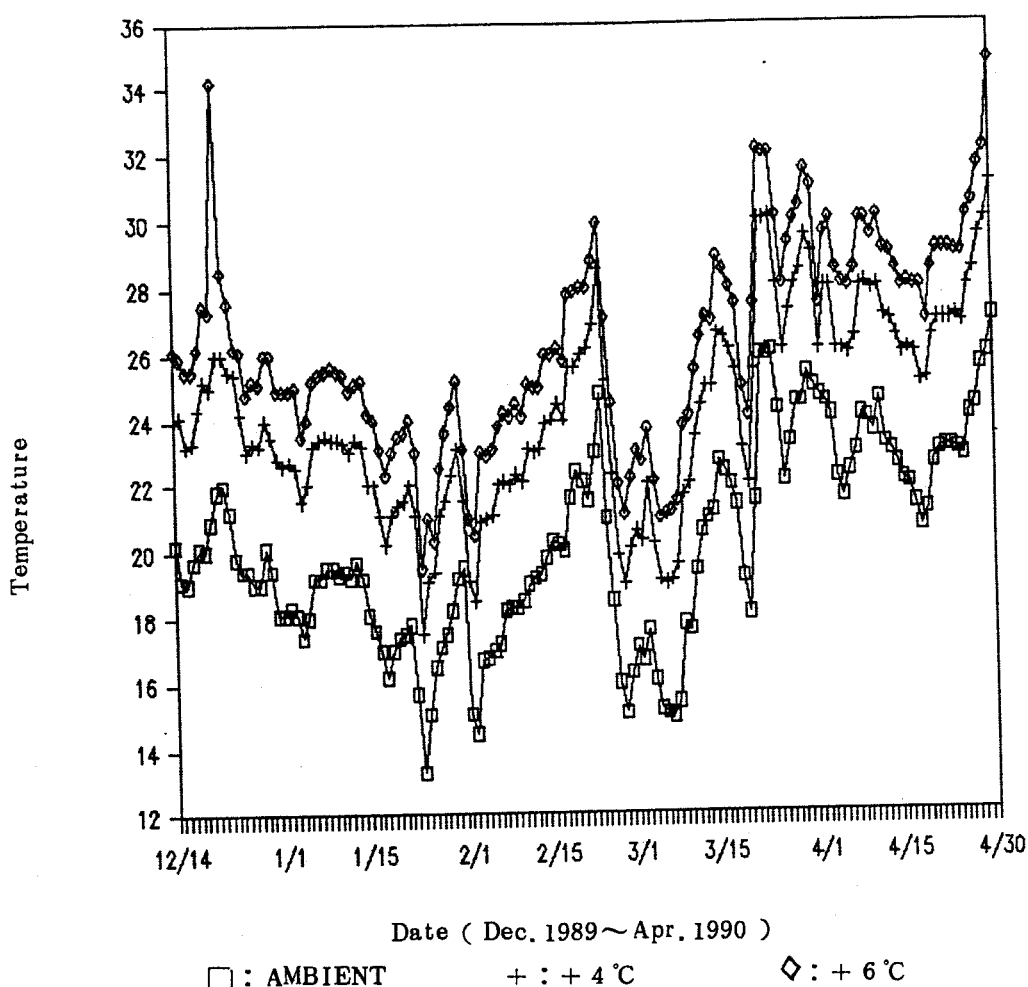


圖1 越冬試驗之溫度變化

Fig.1 Variation of temperature during December, 1989 to April, 1990.

面，今年因無特強之寒流，因此水溫多在 13°C 以上，常溫組最低溫為 13.3°C （元月24日），最高溫為 27.1°C （4月30日）；增 4°C 組之最低溫為 17.4°C ，最高溫為 31.1°C ；增 6°C 組因試驗期間加溫系統之控制閥曾二度故障而出現 34.2°C 及 34.8°C 之高溫使得增 6°C 組之最低溫為 19.5°C ，最高溫為 34.8°C 。

二、生物測定

1. 虱目魚 (*Chanos chanos*)

虱目魚越冬期間共137天，其各階段之生物測定資料如表1所示，常溫組剛放養時平均體重則為 6.73 g ，試驗結束時平均體重增為 21.97 g ，平均體長 109.75 mm 。增 4°C 組試驗初平均體重則為 6.87 g ，試驗截止時平均體重增為 34.40 g ，平均體長為 131.00 mm 。增 6°C 組試驗初平均體重為 7.43 g ，試驗終止時平均體重增為 32.75 g ，平均體長為 126.11 mm 。

2. 金目鱸 (*Lates calcarifer*)

金目鱸越冬試驗原由79年1月放養，試驗至行第一次生物測定前，增溫皆因感染纖毛蟲而幾乎全部死亡，乃再將剩餘之試驗用魚重新分配至增溫組重新試驗。其間各階段之生物測定值如表2所示。常溫組試驗開始時平均體長為 66.31 mm 平均體重 6.73 g 至試驗終止時平均體長、體重則分別增加為

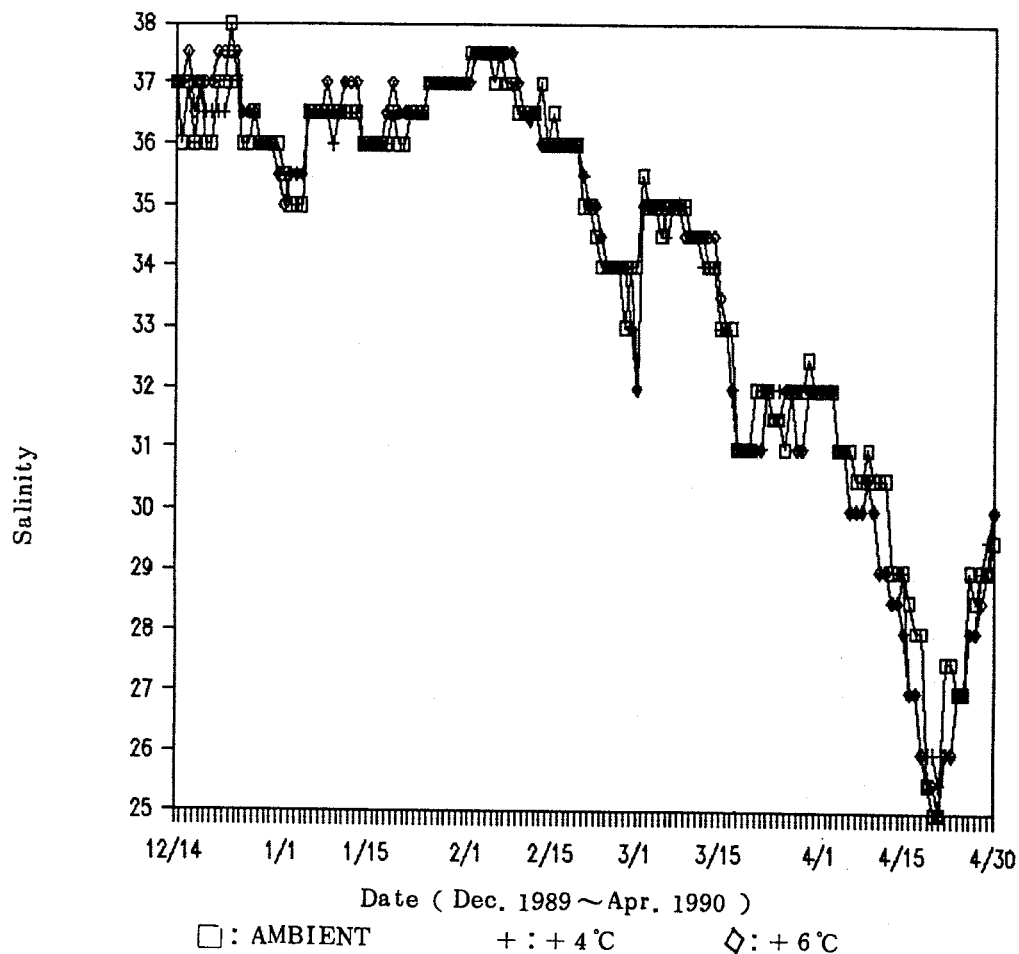


圖 2 越冬試驗之鹽度變化

Fig.2 Variation of salinity during December, 1989 to April, 1990.

95.36 mm 及 19.12 g ; 增 4 °C 組試驗初平均體長為 72.45 mm 平均體重為 9.17 g , 試驗結束時平均體長增為 136.00 mm , 平均體重增為 51.99 g ; 增 6 °C 組試驗開始時平均體長為 64.67 mm 平均體重為 6.62 g , 至試驗結束時平均體長、體重分別為 143.14 mm 及 62.07 g 。

3. 石斑魚 (*Epinephelus* sp.)

石斑魚越冬試驗自 78 年 12 月至 79 年 4 月止, 唯在試驗至第 51 天時增溫組與金目鱸同樣皆已感染纖毛蟲, 且增 6 °C 組全部罹病死亡。乃在 79 年 2 月再補進魚隻至增 6 °C 組重新試驗。78 年 12 月至 79 年 2 月間之各階段生物測定值如表 3 所示。常溫組試驗初平均體長為 62.28 mm , 平均體重為 6.72 g 至第 51 天時平均體長增為 68.60 mm , 平均體重增為 8.38 g ; 增 4 °C 組試驗開始時, 平均體長為 62.57 mm , 平均體重為 6.27 g , 至第 51 天平均體長分別增為 73.00 mm 及 10.00 g ; 增 6 °C 組試驗開始時平均體長為 65.93 mm , 平均體重為 8.00 g , 至第 51 天則罹病死亡。

79 年 2 月再補進魚隻至增 6 °C 組試驗, 其生物測定數據如表 4 所示。常溫組於試驗開始時測得平均體長為 68.60 mm , 平均體重為 8.38 g , 至試驗截止時平均體長增為 88.50 mm , 其平均體重增為 19.53 g ; 增 4 °C 組試驗初之平均體長為 73.00 mm , 平均體重為 10.00 g , 試驗結束時分別增加為 115.90 mm 及 43.12 g ; 增 6 °C 組試驗開始時平均體長為 70.38 mm , 平均體重為 9.04 g , 至試驗結束時測定平均體長為 115.62 mm , 平均體重為 47.01 g 。

三、平均日成長率 (A.D.G.R) 之變化

表 1 1989 年 12 月至 1990 年 4 月虱目魚越冬試驗之生物測定

Table 1 The growth of milkfish (*Chanos chanos*) on overwinter in December-April, 1990.

Sampling (Days)	Initial	1 ST	2 ND	3 RD	4 TH	5 TH	6 TH	7 TH
Group								
BL (mm)		75.74 ± 5.83	77.03 ± 1.56	78.10 ± 1.51	78.65 ± 1.60	81.86 ± 1.76	88.53 ± 2.07	109.75 ± 2.78
IBL (mm)		0	1.29	2.36	2.91	6.12	12.79	34.01
Ambient BW (g)	6.73	6.53 ± 0.62	7.06 ± 0.42	7.15 ± 0.43	7.02 ± 0.44	8.27 ± 0.58	11.32 ± 0.83	21.97 ± 1.83
IBW (g)	0	-0.20	0.33	0.42	0.29	1.54	4.59	15.24
N	40	34	32	31	28	23	19	16
BL (mm)		76.34 ± 1.47	78.32 ± 1.60	80.39 ± 1.52	84.38 ± 1.70	96.00 ± 1.78	119.85 ± 2.31	131.00 ± 0.71
IBL (mm)		0	1.98	4.05	8.04	19.66	43.51	54.66
+ 4 °C BW (g)	6.87	6.54 ± 0.37	7.28 ± 0.47	8.15 ± 0.46	9.17 ± 0.63	14.31 ± 0.93	27.58 ± 1.87	34.40 ± 2.54
IBW (g)	0	-0.33	0.41	1.28	2.30	7.44	20.71	27.53
N	40	38	34	33	29	23	20	18
BL (mm)		78.66 ± 1.43	80.42 ± 1.57	82.94 ± 1.60	86.78 ± 1.69	98.29 ± 2.07	119.19 ± 2.88	126.11 ± 4.22
IBL (mm)		0	1.76	4.28	8.12	19.63	40.53	47.45
+ 6 °C BW (g)	7.43	7.05 ± 0.44	8.29 ± 0.56	9.06 ± 0.57	10.62 ± 0.65	15.53 ± 1.06	26.00 ± 2.02	32.75 ± 3.44
IBW (g)	0	-0.38	0.86	1.63	3.19	8.10	18.57	25.32
N	40	38	36	36	36	31	26	19

表2 1990年2月至1990年4月金目鱸越冬試驗之生物測定

Table 2 The growth of sea bass (*Lates calcarifer*) on overwinter in February-April, 1990.

Sampling (Days)	Initial	1 ST	2 ND	3 RD	4 TH	
Group	0	20	41	62	80	
Ambient	BL (mm)	66.31 ± 1.40	67.70 ± 1.73	71.29 ± 2.45	78.47 ± 3.08	95.36 ± 5.52
	IBL (mm)	0	1.39	4.98	12.16	29.05
	BW (g)	6.73 ± 0.48	7.34 ± 0.64	7.94 ± 1.46	10.54 ± 1.39	19.12 ± 3.82
	IBW (g)	0	0.61	1.21	3.81	12.39
	N	32	23	17	15	11
+ 4 °C	BL (mm)	72.45 ± 3.29	79.63 ± 4.23	91.00 ± 5.52	117.71 ± 8.43	136.00 ± 9.05
	IBL (mm)	0	7.18	18.55	45.26	63.55
	BW (g)	9.17 ± 1.24	12.01 ± 1.81	16.19 ± 2.67	34.44 ± 5.97	51.99 ± 9.02
	IBW (g)	0	2.84	7.02	25.27	42.83
	N	11	8	7	7	7
+ 6 °C	BL (mm)	64.67 ± 1.78	75.71 ± 3.12	97.29 ± 3.26	132.14 ± 4.91	143.14 ± 5.53
	IBL (mm)	0	11.04	32.62	67.47	78.47
	BW (g)	6.62 ± 0.62	10.41 ± 1.08	20.90 ± 2.02	43.96 ± 4.31	62.07 ± 6.54
	IBW (g)	0	3.71	14.28	37.34	55.45
	N	9	7	7	7	7

表3 1989年12月至1990年2月石斑魚越冬試驗之生物測定

Table 3 The growth of grouper (*Epinephelus* sp.) on overwinter in December, 1989-February, 1990.

Sampling (Days)	Initial	1 ST	2 ND	3 RD	
Group	0	16	35	51	
Ambient	BL (mm)	62.28 ± 1.39	62.59 ± 1.47	64.29 ± 1.54	68.60 ± 1.71
	IBL (mm)	0	0.31	2.01	6.32
	BW (g)	6.72 ± 0.45	7.23 ± 0.51	7.47 ± 0.53	8.38 ± 0.69
	IBW (g)	0	0.51	0.75	1.66
	N	40	37	34	30
+ 4 °C	BL (mm)	62.57 ± 1.59	67.41 ± 1.85	70.68 ± 1.83	73.00 ± 2.09
	IBL (mm)	0	4.84	8.11	10.43
	BW (g)	6.27 ± 0.50	8.81 ± 0.65	9.38 ± 0.72	10.00 ± 0.88
	IBW (g)	0	2.54	3.11	3.73
	N	42	39	38	30
+ 6 °C	BL (mm)	65.93 ± 1.22	73.33 ± 1.37	77.59 ± 1.50	
	IBL (mm)	0	7.40	11.63	
	BW (g)	8.00 ± 0.41	10.65 ± 0.52	11.99 ± 0.63	
	IBW (g)	0	2.65	3.99	
	N	42	40	37	

表4 1990年2月至4月石斑魚越冬試驗之生物測定

Table 4 The growth of grouper (*Epinephelus* sp.) on overwinter in February-April, 1990.

Sampling (Days)	Initial	1 ST	2 ND	3 RD	4 TH
Group	0	20	41	62	80
BL (mm)	68.60 ± 1.71	69.61 ± 2.05	73.04 ± 2.31	76.85 ± 2.70	88.50 ± 4.07
IBL (mm)	0	1.01	4.44	8.25	19.9
Ambient BW (g)	8.38 ± 0.69	8.95 ± 0.80	9.96 ± 0.97	12.17 ± 1.64	19.53 ± 2.78
IBW (g)	0	0.57	1.58	3.79	11.15
N	30	28	27	27	26
BL (mm)	73.00 ± 2.09	77.40 ± 2.59	86.53 ± 3.02	103.80 ± 3.74	115.90 ± 4.15
IBL (mm)	0	4.40	13.53	30.80	42.90
+ 4 °C BW (g)	10.00 ± 0.88	12.85 ± 1.26	18.37 ± 2.05	29.56 ± 3.32	43.12 ± 4.74
IBW (g)	0	2.85	8.37	19.56	33.12
N	30	30	30	30	29
BL (mm)	70.38 ± 1.38	81.79 ± 2.38	91.75 ± 2.63	107.37 ± 3.65	115.62 ± 3.84
IBL (mm)	0	11.41	21.37	36.99	45.24
+ 6 °C BW (g)	9.04 ± 0.72	15.52 ± 1.40	21.28 ± 2.17	33.03 ± 3.90	47.01 ± 5.30
IBW (g)	0	6.48	12.24	23.99	37.97
N	29	28	28	27	26

1. 虱目魚 (*Chanos chanos*)

虱目魚越冬試驗，各階段之平均日成長率如表5所示。在三種魚類於體長平均日成長率經變方分析檢定差異結果如表13所示，體重之平均日成長率檢定結果如表14所示。體重成長率方面常溫組為1.6530%，增4°C組為2.9250%，增6°C組則為2.4874%，於體長成長率方面常溫組為0.3871%，增4°C組為0.6172%，增6°C組則為0.5200%。不論在體長或體重之平均日成長均以增4°C最高（表5），在其成長直線迴歸關係式中之b值亦以增4°C最高（表16）。又虱目魚在體長方面經生物統計變方分析顯示常溫組及增4°C組與增6°C組之間有顯著的差異（ $F = 6.0505$ ， $P < 0.05$ ），體重平均日成長在三組之間也同樣有顯著的差異（ $F = 5.10917$ ， $P < 0.05$ ），顯示增溫對冬季成長有正面效果且本試驗以增4°C組有較佳成長率。

2. 金目鱸 (*Lates calcarifer*)

金目鱸冬季增溫試驗中各階段之平均日成長率如表6所示。於體重之每日平均成長率，常溫組為2.3013%，增4°C組為5.8370%，增6°C組為10.4702%。而在體長方面之平均日成長率常溫組為0.5476%，增4°C組為1.0964%，增6°C組1.5167%。從表6可看出不論在體長或體重方面其成長率均隨著溫度的升高而升高，在成長直線迴歸關係中的b值，也是以高溫組較為高（表17）。在變方分析上體長成長率在三組間呈現極顯著的差異（ $F = 10.9865$ ， $P < 0.01$ ），在體重成長率上三組間也呈現顯著的差異（ $F = 6.12839$ ， $P < 0.05$ ）。此說明了溫度的增加在冬季可提高金目鱸的成長率。

3. 石斑魚 (*Epinephelus* sp.)

表5 虱目魚越冬平均日成長率之比較 (1989年12月~1990年4月)

Table 5 Comparing on average daily growth rate of milkfish for overwinter in December, 1989-April, 1990.

Time (days)	Ambient		+ 4 °C		+ 6 °C	
	B.W. %	B.L. %	B.W. %	B.L. %	B.W. %	B.L. %
0	0		0		0	
21	-0.1415	0	-0.2079	0	-0.2435	0
41	0.1196	0.0811	0.1864	0.1297	0.2823	0.1119
57	0.1095	0.0866	0.3269	0.1474	0.3849	0.1511
77	0.0560	0.0686	0.4378	0.1881	0.5576	0.1843
98	0.2335	0.1049	1.1051	0.3345	1.1124	0.3241
119	0.5731	0.1723	2.5332	0.5816	2.1003	0.5258
137	1.6530	0.3871	2.9250	0.6172	2.4874	0.5200

B.W.: Body weight

B.L.: Body length

表6 金目鱸越冬平均日成長率之比較 (1990年2月~4月)

Table 6 Comparing on average daily growth rate of sea bass for overwinter in February-April, 1990.

Time (days)	Ambient		+ 4 °C		+ 6 °C	
	B.W. %	B.L. %	B.W. %	B.L. %	B.W. %	B.L. %
0	0	0	0	0	0	0
20	0.4532	0.0262	1.5485	0.4955	2.8625	0.8536
41	0.4385	0.1832	1.8672	0.6245	5.2612	1.2303
62	0.9131	0.2958	4.4447	1.0076	9.0976	1.6827
80	0.3013	0.5476	5.8370	1.0964	10.4702	1.5167

B.W.: Body weight

B.W.: Body length

78年12月至79年2月之試驗，各階段之每日平均成長率如表7所示。常溫組之體重每日平均成長率至第三次測定時為0.4669%，增4°C組為0.1665%。體長之平均日成長率至第三次測定之前已全部罹病死亡。79年2月在補足增6°C組魚隻試驗至4月，其平均日成率如表8所示。常溫組之體重每日平均成長率為1.6632%，增4°C組為4.1400%，增6°C組為5.2503%。在體長方面常溫組之每日平均成長率為0.3632%，增4°C組為0.7346%，增6°C組為0.8035%，與體重同樣隨溫度之增高而有較高之成長率 and 直線迴歸關係之b值(表19)，再從體長日成長率而以變方分析檢定其差異結果來看，常溫組、增4°C組、增6°C組之間有極顯著的差異($F = 15.3973$, $P < 0.01$) (表13)。在體重平均日成長率方面三組之間亦有顯著的差異($F = 9.7593$, $P < 0.05$) (表14)，顯示出在安全範圍內的高溫有利於石斑魚的成長。

表7 石斑魚越冬平均日成長率之比較(1989年12月~1990年2月)

Table 7 Comparing on average daily growth rate of grouper for overwinter in December, 1989-February, 1990.

Time (days)	Ambient		+ 4 °C		+ 6 °C	
	B.W.	B.L.	B.W.	B.L.	B.W.	B.L.
	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0
16	0.4743	0.0311	2.5319	0.4835	2.0703	0.7015
35	0.3189	0.0922	1.4172	0.3703	1.4250	0.5053
51	0.4669	0.1990	0.1665	0.5053		

B.W.: Body weight

B.L.: Body length

表8 石斑魚越冬平均日成長率之比較(1990年2月~4月)

Table 8 Comparing on average daily growth rate of grouper for overwinter in February-April, 1990.

Time (days)	Ambient		+ 4 °C		+ 6 °C	
	B.W.	B.L.	B.W.	B.L.	B.W.	B.L.
	%	%	%	%	%	%
0	0	0	0	0	0	0
20	0.3401	0.0184	0.0143	0.3014	3.5841	0.8106
41	0.4599	0.1579	2.0415	0.4521	3.3024	0.7406
62	0.7295	0.1940	3.1548	0.6805	4.2803	0.8477
80	0.6632	0.3626	4.1400	0.7346	5.2503	0.8035

B.W.: Body weight

B.L.: Body length

四、活存率

1. 虱目魚 (*Chanos chanos*)

虱目魚越冬試驗各階段的活存率如表9所示。常溫組至試驗截止時活存率為40.00%，增4°C組為45.00%，而增6°C組則為47.50%。三種魚類於越冬其間之活存率以變方分析如表15所示。虱目魚的活存率在常溫組、增4°C組及增6°C組三組之間有極顯著差異 ($F = 15.3885$, $P < 0.01$)。

2. 金目鱸 (*Lates calcarifer*)

金目鱸於越冬試驗期間(79年2月至4月)之活存率如表10所示。常溫組之活存率為34.38%，增4°C組為63.64%，增6°C組為77.78%，各活存率隨溫度的提高而提升越冬試驗之活存率，尤其經變方分析後三組之間有顯著差異 ($F = 6.4655$, $P < 0.05$) (表15)。

3. 石斑魚 (*Epinephelus* sp.)

石斑魚越冬活存率在78年12月至79年2月間之活存率如表11所示。此試驗至2月間增溫組感染纖毛蟲致增6°C組於第三次測定時已全部死亡，使得在第51天(第三次測定)時增6°C組之活存率

表9 虱目魚越冬活存率之比較(1989年12月~1990年4月)

Table 9 Comparing on survival of milkfish for overwinter (1989, Dec.~1990, April)

Time (days)	Ambient %	+ 4 °C %	+ 6 °C %
0	100	100	100
21	85.00	95.00	95.00
41	80.00	85.00	90.00
57	77.00	82.00	90.00
77	70.00	72.00	90.00
98	57.00	57.00	77.00
119	47.00	50.00	65.00
137	40.00	45.00	47.00

表10 金目鱸越冬活存率之比較(1990年2~4月)

Table 10 Comparing on survival rate of sea bass for overwinter (Feb.-Apr., 1990).

Time (days)	Ambient %	+ 4 °C %	+ 6 °C %
0	100	100	100
20	71.88	72.73	77.78
41	53.13	63.64	77.78
62	46.88	63.64	77.78
80	34.38	63.64	77.78

表11 石斑魚越冬活存率之比較(1989年12月~1990年2月)

Table 11 Comparing on survival rate of grouper for overwinter (1989, Dec.-1990, Feb.).

Time (days)	Ambient %	+ 4 °C %	+ 6 °C %
0	100	100	100
16	92.50	92.86	95.24
35	85.00	90.48	88.10
51	75.00	78.94	0.00

為0%，而增4°C組與常溫組尚有78.94%及75.00%之活存率，其活存率在三組間並無差異。

增溫組病情穩定控制住後，再補進魚隻試驗，其各階段之活存率如表12所示，常溫組的活存率為86.67%，增4°C組為96.67%，增6°C組則為89.66%，三組之間的活存率經分析有顯著的差異($F = 4.8603$, $P < 0.05$) (表15)。

討 論

表 12 石斑魚越冬活存率之比較 (1990 年 2 月 ~ 4 月)

Table 12 Comparing on survival rate of grouper for overwinter (Feb.-Apr., 1990).

Time (days)	Ambient %	+ 4 °C %	+ 6 °C %
0	100	100	100
20	93.33	100	96.55
41	90.00	100	96.55
62	90.00	100	93.10
80	86.67	96.67	89.66

表 13 虱目魚、金目鱸、石斑魚體長平均日成長率之雙向變方分析

Table 13 Two way analysis of variance of Average daily growth rate on body length for *Chanos chanos*, *Lates calcarifer*, *Epinephelus* sp.

Treatment	Species	<i>Chanos chanos</i>	<i>Lates calcarifer</i>	<i>Epinephelus</i> sp. Dec. 89-Feb. 90	<i>Epinephelus</i> sp. Feb.-Apr. 90
Temperature		6.05505*	10.9865**	43.8510*	15.3977**
Time		22.2474	13.1956	17.2957	18.9157

** : excessive significant

* : significant

表 14 虱目魚、金目鱸、石斑魚體重平均日成長率之雙向變方分析

Table 14 Two way analysis of variance of Average daily growth rate on body weight for *Chanos chanos*, *Lates calcarifer*, *Epinephelus* sp.

Treatment	Species	<i>Chanos chanos</i>	<i>Lates calcarifer</i>	<i>Epinephelus</i> sp. Dec. 89-Feb. 90	<i>Epinephelus</i> sp. Feb.-Apr. 90
Temperature		5.10917*	6.12839*	25.7331*	9.75937*
Time		18.8707	8.03924	4.83576	12.2232

** : excessive significant

* : significant

表 15 虱目魚、金目鱸、石斑魚活存率之雙向變方分析

Table 15 Two way analysis of variance of survival rate for *Chanos chanos*, *Lates calcarifer*, *Epinephelus* sp.

Treatment	Species	<i>Chanos chanos</i>	<i>Lates calcarifer</i>	<i>Epinephelus</i> sp. Dec. 89-Feb. 90	<i>Epinephelus</i> sp. Feb.-Apr. 90
Temperature		15.3885**	6.46552*	0.910372	4.86027*
Time		54.4007	9.71432	2.80723	2.32002

** : excessive significant

* : significant

表 16 1989 年 12 月至 1990 年 4 月虱目魚越冬試驗之成長線

Table 16 Growth lines of milkfish (*Chanos chanos*) on overwinter in December, 1989-April, 1990.

Group	Items	Regression lines	Correlation coefficient	Numbers	F-test
Ambient	BL.	$Y = 0.2372 X + 65.598$	0.829	223	486**
	BW.	$Y = 0.0819 X + 3.869$	0.744	223	274**
+ 4 °C	BL.	$Y = 0.4859 X + 57.003$	0.935	235	1605**
	BW.	$Y = 0.1963 X + 0.790$	0.874	235	747**
+ 6 °C	BL.	$Y = 0.3876 X + 64.367$	0.914	262	1319**
	BW.	$Y = 0.1810 X + 2.149$	0.895	262	1047**

BL. : Body length

BW. : Body weight

** : Excessive significant ($P < 0.01$)

表 17 1990 年 2 月至 4 月金目鱸越冬試驗之成長線

Table 17 Growth line of sea bass (*Lates calcarifer*) on overwinter in February-April, 1990.

Group	Items	Regression line	Correlation coefficient	Numbers	F-test
Ambient	BL.	$Y = 0.3375 X + 62.122$	0.907	98	445**
	BW.	$Y = 0.1365 X + 4.790$	0.852	98	254**
+ 4 °C	BL.	$Y = 0.8160 X + 66.228$	0.975	40	732**
	BW.	$Y = 0.5320 X + 3.162$	0.938	40	278**
+ 6 °C	BL.	$Y = 1.0583 X + 59.624$	0.986	37	1293**
	BW.	$Y = 0.7140 X + 1.847$	0.984	37	1068**

BL.: Body length

BW.: Body weight

** : Excessive significant ($P < 0.01$)

表 18 1989 年 12 月至 1990 年 2 月石斑魚越冬試驗之成長線

Table 18 Growth line of grouper (*Epinephelus* sp.) on overwinter in December, 1989-February, 1990.

Group	Items	Regression lines	Correlation coefficient	Numbers	F-test
Ambient	BL.	$Y = 0.1110 X + 62.498$	0.892	141	541**
	BW.	$Y = 0.0310 X + 6.682$	0.964	141	1827**
+ 4 °C	BL.	$Y = 0.2006 X + 63.301$	0.986	149	5140**
	BW.	$Y = 0.6788 X + 6.885$	0.921	149	821**

BL.: Body length

BW.: Body weight

** : Excessive significant ($P < 0.01$)

表 19 1990 年 2 月至 4 月石斑魚越冬試驗之成長線

Table 19 Growth line of grouper (*Epinephelus* sp.) on overwinter in February-April, 1990.

Group	Items	Regression line	Correlation coefficient	Numbers	F-test
Ambient	BL.	$Y = 0.2306 X + 65.958$	0.916	138	709**
	BW.	$Y = 0.1247 X + 6.734$	0.874	138	440**
+ 4 °C	BL.	$Y = 0.5545 X + 68.813$	0.978	149	3231**
	BW.	$Y = 0.4085 X + 6.193$	0.959	149	1683**
+ 6 °C	BL.	$Y = 0.5749 X + 70.040$	0.998	138	33898**
	BW.	$Y = 0.4606 X + 6.475$	0.978	138	2989**

BL.: Body length

BW.: Body weight

** : Excessive significant ($P < 0.01$)

溫度為一環境重要限制因子，其對魚類行為有很大影響。劉 (1989)⁽⁵⁾曾對花身雞仔魚；蔡 (1979)⁽⁶⁾對烏棕幼魚研究指出過高或過低的溫度均有不同的行為表現，每種魚均有特定的活動溫度，如虱目魚適合成長最適溫度為 25 ~ 36 °C⁽⁷⁾，金目鱸為 25 ~ 30 °C⁽⁸⁾，石斑魚為 22 ~ 28 °C⁽⁹⁾。本次試驗全期溫度常溫組在 13.3 ~ 27.1 °C 間，增 4 °C 組在 17.4 ~ 31.1 °C 間，增 6 °C 組在 19.5 ~ 34.8 °C 之間，顯然地常溫組大部份溫度在此三種魚最適成長溫度範圍之外，而以增 6 °C 組溫度落於三種魚之成長最適溫度之時間最長。

溫度對魚類成長之影響，黃等（1987）⁽¹⁰⁾對七星鱸魚生長及培育，S. Akatsu等（1983）⁽¹¹⁾對鱸滑石斑（*Epinephelus tanvina*）仔魚培育，李等（1989）⁽¹²⁾對虱目魚、金目鱸、草蝦養成試驗及白等（1989）⁽¹³⁾對餌料生物之培養等，皆指出在安全範圍內之溫度提升有助於其生長。本實驗除罹病死亡外三種魚種對於增溫亦有同樣的效果，顯示出增溫在冬季期間可促進魚類的成長。而高溫之所以會有較佳的成長率，推測可能由於溫度升高而增加生物體內的基礎代謝率，尤其在適當範圍內溫度每升高10℃則基礎代謝率增為原來的兩倍（Vant Hoff's Law）。基礎代謝率會促進魚類的攝餌率，因此水溫升高則攝餌量也隨之提高⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾。而消化管中的消化酵素活性一般在適當範圍內，其活性隨溫度上升而提高，亦即活性偏向於高溫⁽¹⁶⁾，因此而使較高溫環境中的魚成長較較低溫組為佳。但本次實驗中虱目魚的成長，增4℃組比增6℃組為高，從表5可看出於試驗後期前之成長以增6℃組為佳，而至後期時增6℃組之成長反而減緩，致使增4℃組之成長較佳，推測其原因可能係由於池中餌料（底藻）不足和後期因成長而使相對空間減小，使魚蝨寄生而影響實驗。尤其在後期之高水溫，餌料供應不足，致代謝消耗增加使成長緩慢下來（Brett, 1969）⁽¹⁵⁾。石斑魚在第一次試驗中，增溫組皆因感染纖毛蟲而致存活率下降，尤其增6℃組全數死亡，是否增溫對病原生物有加速其繁殖和增加病原性，仍有待進一步探討研究。

魚類生長有一定適溫範圍⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾，若超出此範圍之外則存活率減低，尤其對於仔魚則更明顯⁽¹¹⁾，同時林（1969）⁽¹⁷⁾指出虱目魚致死低溫為8.5℃以下，11～13℃只有瞬間運動。陳等（1972）⁽¹⁷⁾亦指出低溫為虱目魚苗致死的主要因素，本實驗之結果亦有同樣之效果，對照組之存活率均低，尤其虱目魚及金目鱸最為明顯，其原因可能為低溫而使攝餌率下降致飢餓、營養不良，使魚體自身生理機能衰竭，極易受到魚蝨（*Argulus* sp.）侵襲⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾，導致傷口受細菌二次感染所致⁽²⁰⁾。石斑魚的存活率增4℃組高於增6℃組，則可能因增6℃組之高溫超出石斑魚成長之最適溫度（22～28℃）⁽⁹⁾而產生生理上的不適及可能因高溫而增加了病原菌的病原性，而導致存活率較為低下。

摘 要

在台灣水產養殖業常因低溫，而造成休養狀態，養殖期間較長的溫熱帶魚種，往往須經過越冬方能在來年繼續成長以達上市體型。本實驗之目的乃以增溫來觀察其對養殖物越冬能力之影響。茲將結果綜述於下：

1. 虱目魚越冬試驗之存活率三組間的關係為： $+6^{\circ}\text{C} > +4^{\circ}\text{C} > \text{常溫組}$ ，且有極顯著的差異（ $P < 0.01$ ）。於成長方面三組之間亦有顯著的差異（ $P < 0.05$ ），三組間成長的關係為： $+4^{\circ}\text{C} > +6^{\circ}\text{C} > \text{常溫組}$ 。
2. 金目鱸三組試驗中之存活率及成長率均有顯著的差異，且隨著溫度的增高而有較高存活率及成長率，亦既以增6℃組之存活率（77.78%）及成長率最高。
3. 石斑魚試驗（79年2月至79年4月）之存活率比較關係為 $+4^{\circ}\text{C}$ （96.67%） $> +6^{\circ}\text{C}$ （86.66%） $> \text{常溫組}$ （86.67%），三組間有顯著差異（ $P < 0.01$ ）。三組間在體重和體長成長上也顯著及極顯著的差異。三組成長上的關係為 $+6^{\circ}\text{C} > +4^{\circ}\text{C} > \text{常溫組}$ 。

謝 辭

本試驗工作得以完成，非常感謝分所同仁慨借器材提供意見，及王村簾先生之鼎力協助，謹此致以最深的謝忱。

參考文獻

1. 劉秉忠 (1988). 談養魚的水質, 漁友月刊 11 卷 12 號, 28-31.
2. 丁雲源、張明輝 (1974). 虱目魚越冬凍斃調查, 中國水產 256, 14-15.
3. 丁雲源 (1978). 虱目魚越冬防寒試驗研究經過, 中國水產 312, 15-20.
4. 葉樹藩 (1977). 試驗設計學, 台北.
5. 劉振鄉 (1978). 花身雞魚生態調查及試驗, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 30, 321-327.
6. 蔡添財、余廷基 (1979). 烏棕養殖試驗, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 31, 421-433.
7. Lin, H.S. (1969). Some aspect of milkfish ecology. JCRR Fisheries Series No.7: 68-90.
8. 鄭鴻銓 (1979). 紅目鱸養殖, 水產養殖, 73-77.
9. 曾文陽 (1984). 石斑魚養殖學, 前程出版社, 109-111.
10. 黃家富、曾榕新、湯弘吉 (1987). 溫度對七星鱸魚生長培育之影響, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 42, 165-170.
11. S. Aka tsu, K. Al-Abdul-Elah and S. K. Teng (1983). Effects of salinity and water temperature on the survival and growth of brown-spotted grouper larvae (*Epinephelus tauvina* SERRANIDAE). J. world Maricul Soc, 14, 624-635.
12. 李鳳榮、陳淑美、郭欽明 (1989). 發電廠溫排水利用於水產養殖之研究, 養成試驗, 21-28.
13. 白振宇、李展榮、張玲玉、詹麗玲、譚天錫 (1989). 發電廠溫排水利用於水產養殖之研究, 餌料生物試驗, 29-35.
14. Brett, J.R. and J.E. Shelbourn (1975). Growth rate of young sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to fish size and ration level. J. Fish. Res. Bd. Can. 34, 633-638.
15. Brett, J.R., J.E. Shelbourn and C.T. Shoop (1969). Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size. J. Fish. Res. Bd. Can. 26, 2363-2394.
16. 曾浩洋、王學勤 (1982). 鰻消化系蛋白分解酵素與飼料關係之研究, Natl. Sci. Council. Monthly R.O.C. 10(8), 683-696.
17. Chen, H.C. and C.Y. Liu (1972). Ecological study of milkfish wintering pond. JCRR Fisheries No. 12 : 35-49.
18. Lin, S.Y. (1968). Milkfish farming in Taiwan Fisheries Research In-tute, Fish Culture Report No.3 : 57-62.
19. Lin, Y.P. and S.N. Chen (1972). Some parasites found in pond fishes of Taiwan(1). JCRR Fisheries No.12 : 54-61.
20. 黃銀河 (1987). 虱目魚越冬期間細菌疾病研究—初步報告, 魚病研究論文集(-), 7-11.