

複合要因이 바지락 (*Tapes philippinarum*)의 生存에 미치는影響

崔基哲·權伍吉

(서울大·師大·生物科)

Effect of the Compound Factors on the Survival of *Tapes Philippinarum*

CHOI, Ki Chul and O Kil KWON

(Dept. of Biology, College of Education, Seoul National University)

(1966. 2. 19. 接受)

SUMMARY

Effects of compound factors (temperature, salinity and turbidity) on *Tapes philippinarum* are as follows:

1. At 3 and 6 hours, critical temperature of 0.9-1.05 mm size is 38°C and 7.5-8.5 mm, 23-25 mm exist between 35°C and 41°C.
2. The main limiting factor of three combined factors is temperature. The effect on the survival of *Tapes philippinarum* is as follows: Temperature >salinity> turbidity.
3. In the worst condition, treatment time is also an important factor. Mortality is higher at 6 hour treatment than 3 hour.
4. We observed 39°C of water temperature at *Tapes* bed of Incheon in July 1965. Compared with experimental results, we are able to suppose that the mortality will be occurred at high degrees in the natural state.
5. As the size of the individual is increased, the survival rate is increased as well.

緒 論

海水的 溫度, 鹽度, 混濁도는 바지락의 生存에 至大한 影響을 끼치는 要因들이다. 그런데 이들 各各의 要因에 對한 本實驗에서 使用한 바지락과 그 外 種, *Mercenaria*를 材料로 實驗이 이루어져 있으나 溫度, 鹽度, 混濁도의 複合要因에 關해서는 밝혀진 것이 없다.

溫度, 鹽度, 混濁도를 單一 要因으로 處理한 實驗을 들어 보면, Ikematu(1956)는 本種을 材料로 溫度, 鹽度を 處理해서 實驗했는데 鹽분이 조금도 없는 淡水에서 6時間 生存할 수 있었고 40°C의 高溫에서 1時間 以內에 全滅했다고 밝혔으며 個體가 클수록 溫度에 對한 抵抗이 크다는 것을 또한 究明했다. Yamamoto(1952)는 比重 1.015에서 바지락이 受精은 이루어지나 細胞分裂이 不可能하다는 것을 밝혔다. Yoshida(1953)는 0.5~1.6 mm의 個體를 使用해서 40°C에서 35秒內에 全滅했다고 報告하고 있다. Loosanoff, Miller and Smith(1951) 등은 *M. mercenaria*를 材料로 溫度와 本種의 成長과 着生の

關係에 대해서 究明했다. Davis, Ansell(1962)등은 *Ostrea edulis*를 材料로 22.5~25 ppt가 幼生の 着生에 最適 鹽度임을 밝히고 Davis(1960)는 *M. mercenaria*로 卵과 幼生에 미치는 silt, clay, kaolin의 影響을 밝혔는데 silt가 clay보다 적은 影響을 미쳤으며 clay, silt가 [다 같이 1.0 g/l 以上에서는 致命的인 作用을 한다는 것을 밝혔다. Choi(1965)는 溫도와 混濁도가 本種의 幼生에 미치는 影響을 밝혔는데 高·低鹽도와 1g/l 以上の 混濁도는 至大한 影響을 미친다는 것을 發表했다. 本人等(Choi & Kwon, 1966)은 바지락의 生存과 成長에 미치는 混濁도와 鹽度の 影響을 밝힌 實驗에서 clay가 silt보다 더 큰 影響을 미쳤으며 生存率과 成長率이 一致함을 알았고 25~30 ppt 사이가 最適鹽도로 生存率과 成長率이 가장 높았으며 25 ppt 以下와 30 ppt 以上の 鹽度에서는 生存率과 成長率이 減少함을 밝혔다.

以上에서 溫度, 鹽度, 混濁도 하나 하나가 미치는 影響은 약간 밝혀졌으나 複合要因으로 作用할 때에는 밝혀진바 없어 溫度, 鹽度, 混濁도가 複合되어 複合要因

으로 作用할 때 어떤 結果를 가져오는가를 알기 爲해서 本實驗을 했으며 0.9~1.05 mm, 7.5~8.5 mm, 23~25 mm로 個體의 크기를 세 群으로 나누어서 이 3要因中 제일 重要한 要因도 밝히려 했다.

材料 및 方法

仁川 萬石洞 앞에서 本材料를 採集했으며 個體의 크기를 세 群으로 나누어서 本實驗에 使用했다.

0.9~1.05 mm 個體의 採集은 萬石洞 앞에 있는 바지락이 密生하는 場所에서 1965年 3월에 모래를 採取해서 먼저 2 mm 以上の 모래를 체로 쳐서 除去한 후 解剖顯微鏡으로 찾아 29 ppt의 正常海水로 기르면서 實驗室에 適應시킨 후 本實驗을 했다. 7.5~8.5 mm의 個體는 同年 7월에 同所에서 모래를 採取해서 個體를 얻었으며 23~25 mm의 個體는 現場에서 直接 採集해서 實驗했다. 溫度는 29, 32, 35, 38, 41°C를 택하였다.

鹽度는 高鹽度, 正常鹽度, 低鹽度로 나누었으며 高鹽度(40 ppt)는 正常海水를 蒸發시키고 低鹽度는 正常海水를 蒸溜수로 稀釋해서(Loosanoff, 1963) silver nitrate로 滴定해서 만들었으며 正常鹽度인 30 ppt는 定常海水 그대로를 使用했다.

混濁度는 Kühn method로 갯벌의 흙을 silt와 caly로 分離해서 clay : silt=1 : 2의 構成을 갖게 만들었으며 이 比率는 海水中の 混濁物의 構成과 비슷하다.

위의 方法에 의해서 各各 定해진 鹽度의 海水를 吮으로 filter해서 그 海水 350 cc를 500 cc beaker에 넣고 海水 1l에 1g과 2g 比率의 混濁物을 넣어 여기에 다시 本材料를 15個體씩 넣은 후 室溫(15°C)에서 必要로 하는 溫度까지 30分 동안에 올려 그때 부터 3時間과 6時間 溫度處理 後 生死를 判別했다.

本實驗에서 處理時間을 3時間과 6時間을 定한것은 自然狀態에서 一般의으로 3時間以下 露出되며 사리 前後에는 3時間以上 露出되기 때문이다.

處理 後 顯微鏡으로 觀察해서 實驗個體의 아가미의 纖毛運動의 有無와 貝殼의 開閉로 生死判別을 했고 위 두 가지의 方法으로도 困難할 때는 正常海水에 12時間 담구어 두었다가 발(足)이나 siphon의 運動으로 生死를 判別했다.

結果 및 考察

Table 1은 0.9~1.05 mm의 크기의 個體를 使用한 實驗結果이다. 41°C에서 3時間과 6時間 處理한 것은 全滅했다. 實際는 30分內에 모두 죽었다. 이것은 Ikematu (1956)가 한 0.21~0.32 mm 크기의 個體가 40°C에서 1時間內에 全滅했다는 事實과는 類似하나 Yoshida(19

53)의 1.6~5.0 mm의 個體가 40°C에서 35秒內에 完全히 죽었다는 事實과는 差異를 나타낸다. 38°C, 3時間處理는 30 p.p.t.를 除外한 다른 處理는 全滅했고, 같은 溫度에서 6時間 處理는 30ppt를 包含한 全 個體가 죽었다. 35°C, 3時間 處理는 92%의 生存率을 나타내었고 6時間 處理는 56%의 生存率을 招來했다. 32°C, 3時間 處理는 40 ppt, 2g/l의 처리를 除外하고는 모두 살아

Table 1. Effect of the compound factors (temperature, salinity, turbidity) on the survival of young larvae of *Tapes philippinarum* (0.9—1.05 mm).

Sal.	Tur.	Temp.							
		32°C		35°C		38°C		41°C	
		Hr.		Hr.		Hr.		Hr.	
		3	6	3	6	3	6	3	6
40	2	14	12	13	8	0	0	0	0
40	1	15	14	15	9	1	0	0	0
30	2	15	15	15	12	2	0	0	0
30	1	15	15	14	11	4	0	0	0
10	2	15	9	12	4	0	0	0	0
10	1	15	12	14	6	0	0	0	0

남았으며 6時間 處理는 30 ppt는 完生했고 10 ppt는 87%, 40 ppt에서는 70%가 生存했다.

結論의으로 0.9~1.05 mm의 작은 個體에서는 38°C 近方이 高鹽度와 低鹽度는 물론 正常鹽度에서도 바지락의 生存에 致命的인 影響을 미치고 41°C에서는 30分內에 全滅함을 알았다. 即 38°C를 基準으로 그 以上일 때는 3時間 處理에서도 바지락 生存에 致命的인 作用을 하려 35°C의 6時間 處理보다 더 높은 死亡率을 나타내는 것으로 보아 溫度差에 따라 生存度의 差異를 招來했으며 鹽度差에 따라 影響差가 생겨 高鹽度와 低鹽度 正常鹽度에 비해 生存率이 낮으며 混濁度의 영향은 뚜렷하지 못했다.

本實驗에서는 混濁度의 影響을 뚜렷이 볼 수 없었는데 이것은 Choi(1966)의 實驗結果와 差異가 있으나 이는 짧은 時間 동안에는 二枚貝의 아가미에서 cleaning이 (Loosanoff, 1962) 일어나기 때문으로 推測된다.

結局 高温, 高鹽度나 低鹽度, 높은 混濁度의 複合要因이 高温, 正常鹽度, 낮은 混濁度의 複合要因이나 低溫, 高·低鹽度, 高·低混濁度의 複合要因보다 높은 死亡率을 나타낼을 알 수 있고, 本實驗에 使用한 個體크기가 Ikematu가 使用한 個體보다도 크고 溫度도 1°C나 높은데도 불구하고 Ikematu는 1時間 處理에서 다 죽는다고 했으나 本實驗에서는 30分 以內에 全滅하는 事實은 本實驗의 溫度, 鹽度, 混濁도가 複合要因으로 바지락의 生存에 더 큰 影響을 미쳤음을 알 수 있다.

Table 2는 7.5~8.5 mm의 個體를 使用한 實驗의 結

果로 41°C에서는 Table 1과 같이 3時間 및 6時間 處理에서 全滅했다. 이것은 仁川의 모랫바닥의 溫度 測定 結果 39°C까지 올라가는것으로 보아 39°C는 바지락의 稚貝에 큰 영향을 미칠 것으로 보이는데 稚貝 때는 모래의 濕 部分에 着生해 있기 때문에 溫度의 영향을 더 많이 받을 것으로 예상된다. 그러나 成體가 되면 2 cm 以下로 내려가 모래속에서 살기 때문에 적은 영향을 받을 것으로 본다. Ralph(1965)의 모래바닥의 5 cm 길이의 溫度는 바닷물의 溫度와 差異를 거의 나타내지 않는다는 報告를 考慮할때 成體의 바지락은 거의 溫度 영향을 받지 않을 것이라고 추측된다. 38°C에서는 3時間 處理에서 Table 1과는 달리 全體적으로 57% 以上이 生存해서 높은 生存率을 나타내며 6時間 處理에서는 全體가 36%가 生存했고 30 ppt에서는 83%로 다른 處理群보

Table 2. Effect of the compound factors (temperature, salinity, turbidity) on the survival of *Tapes philippinarum*(7.5-8.5mm).

Sal.	Tur.	Temp.							
		32°C		35°C		38°C		41°C	
		Hr.							
		3	6	3	6	3	6	3	6
40	2	15	15	15	8	9	4	0	0
40	1	15	14	13	9	6	7	0	0
30	2	15	15	15	14	13	8	0	0
30	1	15	15	15	15	12	9	0	0
10	2	15	14	13	8	8	3	0	0
10	1	15	13	14	6	4	1	0	0

다 높은 生存率을 나타냈다. 35°C, 3時間 處理는 96%의 生存率을 나타내었고 6時間 處理는 67%의 生存率을 나타내었으며 3時間 처리에서는 鹽度差가 거의 없으나 6時間 처리에서는 30 ppt가 10 ppt, 40 ppt에 비해 50% 以上の 生存率을 나타냈다. 이것은 Davis and Ansell (1962) 등이 27 ppt가 굴에서 제일 높은 成長率을 나타냈다는 結果와 一致하는 것으로 30 ppt 近方の 鹽도가 正常海水임을 알 수 있다.

35°C에서도 混濁度の 影響을 거의 볼 수 없었다. 32°C의 3시간 처리는 完生했으며 6시간 처리에서, 40 ppt에서는 1個體, 10 ppt에서는 3個體가 죽었는데 이것은 7.5~8.5 mm의 크기에서는 32°C의 영향을 거의 받지 않음을 意味한다.

23~25 mm 크기의 個體에 對한 結果는 Table 3에 나타난 바와 같으며 41°C에서 全滅했다. 그러나 0.9~1.05 mm 個體와는 달리 1시간 처리에서 20%, 2시간 처리에서 35%가 살아남았다. 이것은 個體의 크기가 커짐에 따라 溫度에 對한 抵抗이 더욱 커짐을 나타낸다. Yamamoto(1952)는 40°C에서 14~16 mm 크기가 죽기 시작하는 시간이 처리 2시간 후라고 發表했는데 本實驗에서

는 實驗個體가 Yamamoto의 재료보다 더 큰데도 不拘하고 1시간에 定常海水에서 (30 ppt) 75% 以上이 죽는것으로 Yamamoto의 報告와 큰 差異를 나타냈다. 38°C, 3시간 처리에서는 100%가 살아남았으며 6시간 처리에서 全體 生存率은 72%를 나타냈고 30 ppt는 90%, 40 ppt는 78%, 10 ppt는 50%로 正常鹽도가 高·低鹽度보다 높은 生存率을 보이고 있으며 特別히 低鹽度에서 더 많은 영향을 받았음을 알 수 있다. 35°C에서는 3시간 處理는 完生했고 30 ppt에서 100%, 40 ppt에서 78%, 10 ppt에서 67%로 38°C와 비슷한 結果를 나타냈다. 또한 35°C나 38°C가 混濁度の 影響이 거의 없음을 알았다. 그리고 32°C도 전부 살았다.

Table 3. Effect of the compound factors (temperature, salinity, turbidity) on the survival of *Tapes philippinarum*(23-25 mm).

Sal.	Tur.	Temp.							
		32°C		35°C		38°C		41°C	
		Hr.							
		3	6	3	6	3	6	3	6
40	2	15	15	15	10	15	11	0	0
40	1	15	15	15	13	15	12	0	0
30	2	15	15	15	15	15	12	0	0
30	1	15	15	15	15	15	15	0	0
10	2	15	15	15	11	15	6	0	0
10	1	15	15	15	9	15	9	0	0

Table 1, 2, 3을 總括해보면 0.9~1.05 mm의 크기에서는 3시간과 6시간 처리에서 38°C가 critical temperature이며, 7.5~8.5mm와 23~25 mm는 38°C~41°C 사이가 critical temperature임을 알 수 있고 溫度差에 따라 同一한 크기의 個體에서도 生存率의 差異가 나타났으며 높은 溫度일수록 더 높은 영향을 미치고, 個體의 크기를수록 溫度에 對한 抵抗性이 컸다. 또 鹽度差에 따라 影響에 차이가 생기는데 正常鹽度 30 ppt 보다 10 ppt, 40 ppt가 더 높은 영향을 받았다. 그러나 混濁度の 影響은 바지락의 生存에 크게 作用하지 못했다. 그리고 다른 실험결과와 比較할때 하나 하나의 要因이 作用할 때 보다 세 要因이 複合으로 作用할때 바지락의 生存에 더 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

Fig. 1은 鹽度 混濁度 時間에 關係없이 Table 1, 2, 3 全體를 通해서 溫度差에 따른 생존률의 差異를 나타낸 것으로 41°C에서는 個體의 크기 差 없이 全滅했으며 38°C에서는 0.9~1.05 mm의 個體가 78%, 7.5~8.5 mm 개체가 47%, 23~25 mm 個體가 86%의 生存率을 나타냈으며 個體差에 따른 影響의 差를 볼 수 있다. 即 0.9~1.05 mm 個體는 38°C가 致命的의 影響을 미쳤으며 7.5~8.5 mm 個體도 38°C에서 50% 以上の 死亡率을 나타내었고 23~25 mm 個體에서는 86%로 제일 높은 生存

率을 나타내었다. 35°C는 0.9~1.05 mm 個體가 74%, 7.5~8.5 mm 個體가 77%, 23~25 mm 個體가 90%로 個體間的 差異가 적은 편이다. 卽 낮은 溫度일수록 個體의 크기 差에 따른 溫度의 影響이 적게 나타남을 알 수 있다. 37°C는 0.9~1.05 mm 個體가 92%, 7.5~8.5 mm 個體는 98%, 23~25 mm 個體는 100%로 35°C 보다 個體의 크기 差에 따른 溫度影響의 差가 적었다.

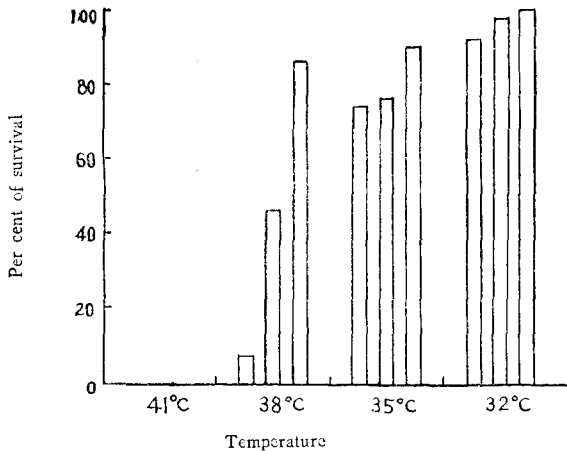


Fig. 1. Effect of temperature on the survival of *T. philippinarum*. The first line indicates an average survival rate of 0.9-1.05 mm through the tables 1, 2, 3 in each temperature without relation to salinity, turbidity and time. Middle line, 7.5-8.5 mm and last line, 23-25 mm.

Fig. 2는全體 Table 1, 2, 3을 個體差, 時間差, 溫度에 關係없이 各各의 鹽度와 混濁度를 總和해서 %를 내어 鹽度와 混濁度の 影響을 본 것이다. 2 g/l을 넣었을 때와 1 g/l을 넣었을 때 各各 2~3%의 生存率의 差를 나타내었는데 이는 無視할 수 있어 混濁度の 差가 없다고 본

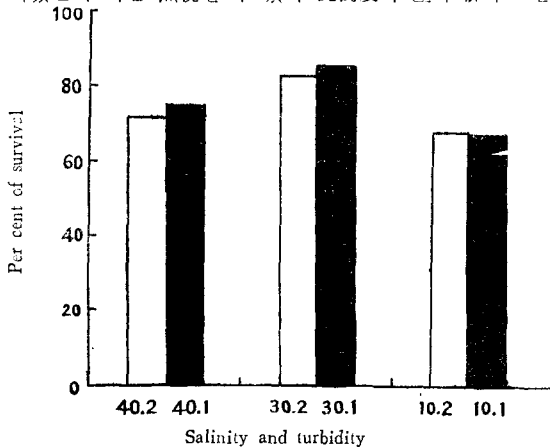


Fig. 2. Effect of salinity and turbidity on the survival of *T. philippinarum*. Survival rate is per cent of the tables 1, 2 and 3.

다. 鹽度の 影響은 40 ppt가 74%, 30 ppt가 85%, 10 ppt가 69%의 生存率을 나타냈으며 30 ppt가 85%로 가장 높은 生存率을 나타냈고 10 ppt가 제일 낮은 69%로 40 ppt의 74% 보다 5% 낮은 率을 나타냈다.

여기서 混濁度の 差를 볼 수 없는 것은 짧은 時間의 處理때문이라 생각한다(Table 1).

Fig. 3은 Table全體를 통한 統計値로 3時間과 6時間의 處理時間差에 따른 結果를 볼 수 있는데 個體別로 3時間 處理와 6時間 處理의 總和의 生存率을 表示했다. 3時間 處理에서, 0.9~1.05 mm의 63%에서 23~25 mm 個體의 99%까지 36% 差異를 個體差에 따라 나타냈다. 한편 6時間 處理는 0.9~1.05 mm의 47%에서 23~25 mm의 84%로, 37%의 個體差를 나타냈다. 3時間 處理와 6時間 處理의 結果는 3時間 處理가 38%, 6時間 處理가 65%로 23%의 差를 나타냈는데 處理時間이 길수록 더 큰 影響을 받았음을 알 수 있다.

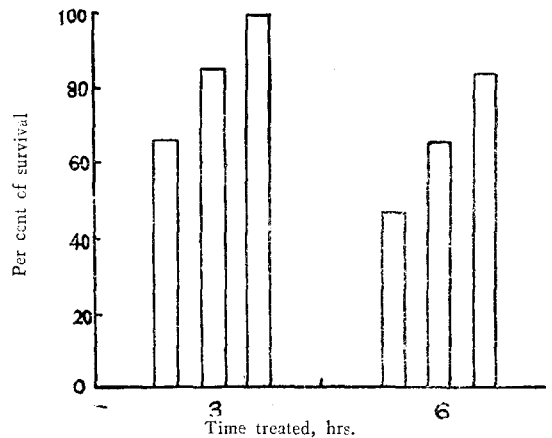


Fig. 3. Effect of the interval of treatment on the survival of *T. philippinarum*. Survival rate is per cent of the tables 1, 2 and 3. The first line is survival rate of 0.9-1.05 mm, middle line, 7.5-8.5 mm, and the last line, 23-25 mm.

Fig. 4는 時間만을 無視하고 溫度, 鹽度, 混濁度の 複合要因의 結果를 본 것으로. 溫度가 높을수록 더 낮은 死亡率을 나타내고 鹽度는 正常鹽도가 生存率이 제일 높고 低高鹽度에서 낮은 生存率을 나타냈다. 混濁度の 影響이 거의 없음을 알 수 있는데 全體의으로 第一 높은 生存率은 32°C에서 30 ppt 2 g/l와 30 ppt 1 g/l이며 가장 낮은 生存率은 38°C의 10 ppt 1 g/l이다. 여기서 複合要因의 影響을 알 수 있는데 溫度와 鹽度が 主要因이 되어 高溫과 非正常鹽도가 複合要因이 되었을 때 더욱 낮은 生存率을 나타냈다. 두 要因 外에 混濁도와 다른 生態의 條件이 結合했을 때 더욱 낮은 生存率을 招來할 것으로 본다.

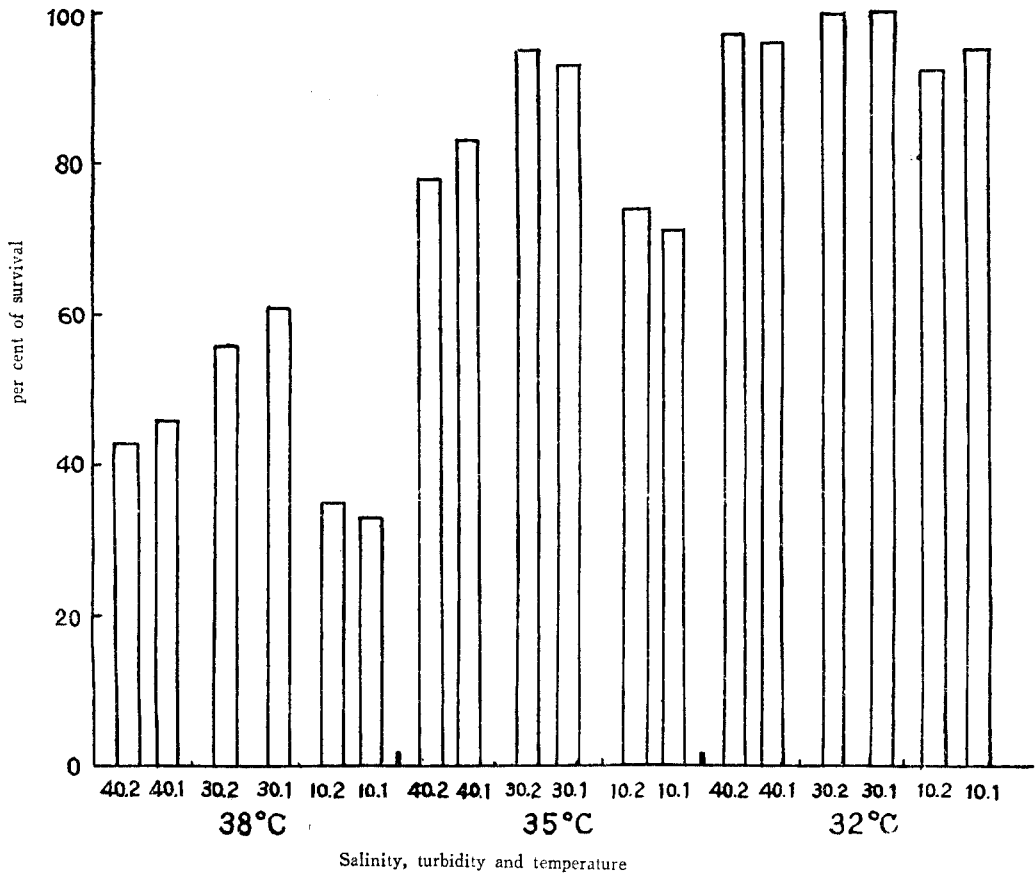


Fig. 4. Effect of combined factors on the survival of *T. philippinarum* without relation to the time of treatment.

摘 要

溫度, 鹽度, 混濁度の 複合 要因이 바지락에 어떠한 영향을 미치는가를 실험한 결과는 아래와 같다.

1. 0.9~1.05 mm 個體는 3시간과 6시간 처리에서 38°C 가 critical temperature 며 7.5~8.5 mm 와 23~25 mm 의 개체는 critical temperature 가 35°C 와 41°C 사이에 있다.

2. 세 요인중 제일 중요한 要因은 온도이며 영향도의 크기는 온도 열도 혼탁도의 순서다. 각각의 要因에 依한 영향보다 세요인이 복합으로 작용 할 때 더 큰 영향을 미쳤다.

3. 처리 시간이 길 수록 영향이 커서 6시간 처리가 3시간 처리보다 더 큰 영향을 미쳤다.

4. 1965년 7월 인천만의 모래 바닥에서 39°C의 온도를 측정 한 것과 본 實驗을 비교 할때 바지락 稚貝의 自然死亡率이 클 것으로 추측된다.

5. 바지락 個體의 크기가 클 수록 더 적은 영향을 받았다.

參 考 文 獻

Choi, K.C., 1965. Ecological studies on early stages of the bivalve, *Tapes philippinarum*. *The College of Education Review* 7 : 1, 161—234.

Choi, K.C. and O.K. Kwon, 1966. Survival and growth of the larvae of *Tapes philippinarum* at different turbidities and salinities. *The College of Education Review* 8 : 1, 145—152.

Davis, H.C. and A.D. Ansell, 1962. Survival and growth of European oyster, *O. edulis*, at lowered salinities. *Biol. Bull.* 122, 33—39.

Davis, H.C., 1960. Effects of turbidity-producing materials in sea water on eggs and larvae of the clam (*V. mercenaria*). *Biol. Bull.* 118 : 1, 45—54.

- Ikematu, W., 1956. Resistance to the sea water of lower specific gravity and high temperature for *V. semidecussata* of the early young stage.
- Yamamoto, K., 1952. 厚岩湖に於けるアサリに関する研究—1. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 18 (5), 191—196.
- Loosanoff, V. L., W. S. Miller and P. B. Smith, 1951. Growth and setting of larvae of *V. mercenaria* in relation to temperature. *J. Mar. Res.* 10 : 59—81.
- Loosanoff, V. L., 1962. Effects of turbidity on some larval and adult bivalves. *Gulf and Caribbean Fisheries Institute 14th Annual Session*, 1961.
- Ralph, G. J., 1965. Temperature variation in the infaunal environment of a sand flat. *Limno. and Oceano.* 10 : 1, 114—120.
- Yoshida, H. 1953. On the full-grown veligers and early young-shell stages of *Tapes philippinarum*. *Venus* V (5) : 264—273.