

## 낙동강 하류의 수산 개발을 위한 기본 조사

### 2. 수온 및 수질

金 仁 培

(釜山水産大學)

## FUNDAMENTAL STUDIES OF THE LOWER PART OF THE NAKTONG RIVER FOR FISHERIES EXPLOITATION

### 2. Temperature and Quality of the River Water

by

In-Bae KIM

(Pusan Fisheries College)

This report is a part of the studies of the lower part of the Naktong River. The temperature and quality of the river water were investigated from May 1967 to June 1968.

Except for Hadan which is a point located at the mouth of the river and much influenced by sea water the average water temperature is generally below 10°C up to the end of March, 10 to 20°C from the beginning of April to the 1st-2nd ten days of May, and thereafter becomes above 20°C which is adequate for the growth of warm-water fishes. The water again becomes below 20°C at the beginning of October and becomes below 10°C in December.

The difference of water temperature between at 7.00 a.m. and 4.00 p.m. is considerably great at Hadan, the mouth of the river, where the water is relatively stagnant. It shows an average monthly difference of 2.6 to 6.8°C with a total average difference of 4.6°C. At the Kupo and Samrangjin stations the difference is very small.

For the basic data in the management of rivers, the water temperature should be measured twice a day at its highest and lowest temperatures, and the long term fluctuation of temperature should be investigated.

### 머 리 말

본 조사는 제1보(김, 1969)에 이어서 1967년 5월부터 1968년 6월에 이르는 시기에 낙동강 하류구역 3개 지점에서 관측된 수온과 수질에 관한 자료를 보고한다.

수온의 연중 변화는 각종 어류의 생활과 밀접한 관계가 있고, 특히 그들의 회유, 이동, 번식 시기, 주생장 시기 등을 결정짓는 중요한 요소이다. 예를 들면 낙동강에서의 실뱀장어와 은어 치어의 소상 시기, 풀망둑의 이동과 잉어, 붕어를 비롯한 정착성 담수 어류의 산란 시기에도 큰 영향을 미치며, 나아가서는 이들 어류의 증묘용 치어 채포, 식용어 어획등의 시기를 결정하는데도 가장 중요한 자료로 된다. 그런데도 불구하고 과거에 수온

의 계속 관측과 이에 관한 보고가 전무함은 수산업의 기본 조사가 지나치게 소의당한 느낌을 주며 앞으로 이 종류의 조사가 보다 계획적으로 실시되고, 그 자료를 쉽게 얻어지기를 희망하면서 귀중한 지면을 할애받아 감히 보고하는 바이다.

하천 또는 호소의 수온은 보다 장기간에 걸친 측정 결과를 종합하여 평년치(平年值)를 내고, 각시기에 따른 변동가능 범위를 표시하여야 하지만, 이러한 일은 개인적 조사 연구 과제로는 지나친 부담을 주게 되므로 여기서는 약 1년여에 걸친 측정 결과만이라도 제시하여 관계분야의 참고가 되기를 바라는 바이다.

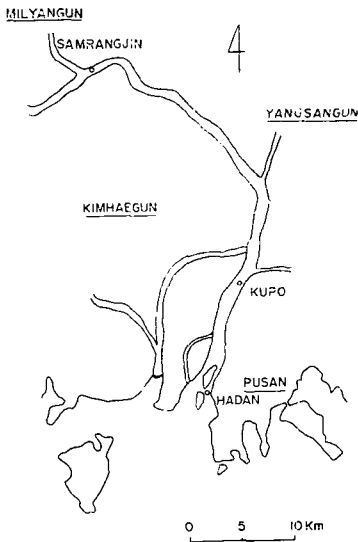
수온 관측과 동시에 매월 1회씩 수질의 화학 성분도 측정하였는데 그 결과도 아울러 보고하는 바이다.

본 조사 기간중 채수와 분석을 도와 준 박기환, 김중만 양군과 그림 작성을 도와준 백의인군에게 감사하는 바이다.

## 방법 및 결과

### (1) 수 온

수온은 매일 상오 7시와 하오 4시의 두 차례, 하단, 구포, 및 삼랑진의 3개소에서 표층수온을 측정하였다



(Fig. 1). 하단에서는 부산시 오물 처리용 배관(Pipe)의 끝이었으므로, 강의 중앙부를 흐르는 물의 온도를 대표한다고 인정되고, 구포와 삼랑진의 두 곳에서는 연안에서 측정하였지만 강물의 흐름이 비교적 많은 부분이었기 때문에 강물의 온도를 대표하는데 큰 오차가 없으리라고 인정된다. 겨울철 표층에 얼음이 덮인 경우의 수온은 모두 0°C로 표시하였으며, 이는 얼음 바로 아래의 수온을 대표하는 것으로 간주하였다. 온도 측정 장소를 Fig.1에 표시하였으며, 이 장소는 또한 수질의 화학적 성분을 분석하기 위하여 채수한 장소와 거의 일치한다.

수온은 10일간씩의 평균치와 매월의 평균치를 내어서 표시하였다. 그러나 일간 평균치는 낼 수 없었으므로 상오 7시와 하오 4시의 수온을 별도로 취급하였으며, 이들 수온을 Fig.2에 나타내었다.

### (2) 수 질

수질 조사에 있어서는 pH, 투명도, 용존산소, 인산염, 암모니아 질소, 아질산 질소, 질산 질소, 염분량, 칼리, 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 및 경도를 측정하였다. 수질 분석은 대체로 Am. Public Health Assoc. (1960), Strickland and Parsons(1965) 및 Swingle(1960)에 따라서 시행하였으며, 항목별 각방법은 다음과 같다.

pH는 BTB와 Metacresol purple에 의한 비색법을 이용하고 투명도는 직경 20cm의 흑백 4분 방사관으로 된 Secchi 관(Welch, 1948)으로 측정하였다. 용존 산소는 표준 Winkler법으로 적정하고, 인산염은 Stannous chloride법으로 Nessler관 비색을 하였다.

암모니아 질소는 Nessler시약에 의한 Nessler관 비색으로 측정, 아질산 질소는 Sulfanil산과  $\alpha$ -Naphthylamine에 의하여 발색시키고, Nessler관 비색으로 측정하였다. 질산 질소는 Morris와 Riley의 방법(Strickland and Parsons, 1965)에 따라 Amalgamated cadmium에 의한 U-Syphon내 환원으로 아질산화하고 다음 상기 아질산 질소 측정과 동일한 방법으로 Nessler관비색 측정을 하였다.

염분량은 질산은 적정으로, 칼륨, 칼슘, 나트륨은 Flame-photometry에 의하고, 총경도는 EDTA적정으로 측정하였으며, 마그네슘은 제산으로 산출하였다.

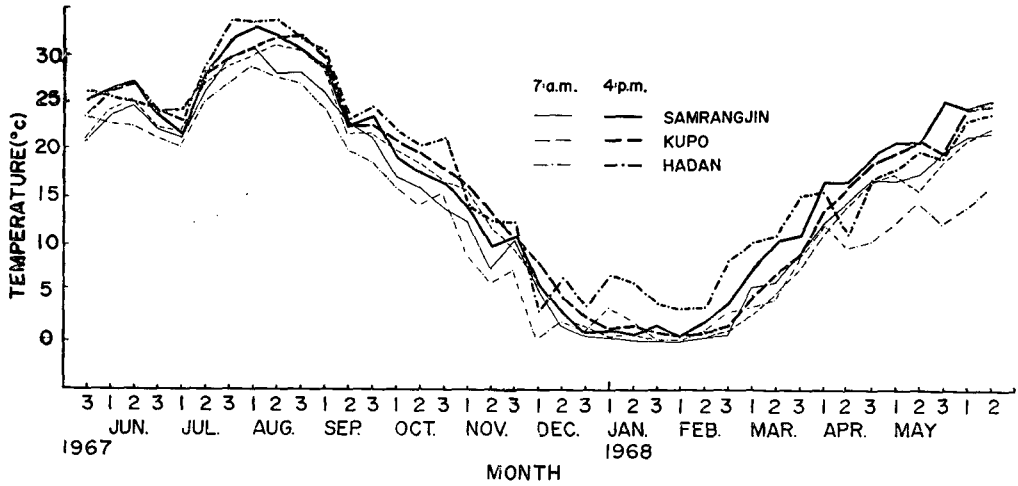


Fig. 2. Every ten days' average water temperature of 7.00 a.m. and 4.00 p.m. at the three stations.

이들 화학 성분 측정에서 있어서 사정에 따라서 채수 후 분석한 시간이 지연된 일이 있었으므로 각종 질소의 적정치는 채수 당시의 함량과 어느정도 상이할 것이라 인정되므로 여기에 부연하여 둔다.

하단, 구포, 및 삼랑진에서의 채수 장소는 전기 수온 측정 장소 부근이며, 강의 중앙부에서 채수 및 측정하였다. 이들 결과는 Table 2 및 Fig. 3에 표시하였다.

Table 2-1. The Quality of the River Water Sampled at Hadan

Date	Temp. (°C)	pH	Trans. (m)	O <sub>2</sub> (mg/l)	P (mg/l)	N(mg/l)			Salinity	K <sup>+</sup> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Total hardness
						NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>						
1967														
May 17	22.0	8.25	—	8.81	—	—	—	—	14.25	239.29	479.36	1,289.9	4,789.3	6,506.3
Jul. 17	29.0	7.0	0.65	6.75	0.01	0.04	0.008	0.7	0.026	1.594	22.0	20.7	3.7	139.9
Aug. 13	29.5	8.2	2.0	6.11	0.025	0.07	0.006	—	22.26	335.87	672.6	1,887.2	6,603.0	8,448.4
Sep. 24	22.4	7.4	1.8	7.11	0.015	0.06	0.008	0.5	7.87	71.94	40.9	726.2	2,299.1	3,091.1
Oct. 13	20.5	8.6	1.2	8.68	0.05	—	0.006	1.0	13.49	156.01	420.0	1,113.9	4,080.4	5,633.5
Nov. 19	10.5	8.5	2.3	8.86	0.01	0.12	0.001	0.04	20.12	316.34	500.4	1,362.3	6,462.4	6,856.6
Dec. 26	3.9	8.5	3.0	12.57	0.007	0.12	0.006	0.8	12.94	279.97	535.5	1,175.8	3,977.2	6,176.6
1968														
Jan. 17	5.7	8.5	1.3	10.97	0.004	0.04	0.002	0.9	24.52	380.07	696.2	1,501.2	7,893.8	7,963.1
Feb. 17	5.3	8.4	1.5	11.18	0.003	0.03	0.005	0.6	28.58	387.89	705.0	1,550.0	8,382.1	8,040.5
Mar. 15	13.5	8.1	1.7	9.74	0.005	0.04	0.004	1.0	3.236	55.13	105.8	209.8	207.8	1,127.5
Apr. 20	16.0	8.1	2.2	10.35	0.004	0.03	0.002	0.9	7.779	116.33	279.8	454.1	2,447.0	2,567.9
May 22	20.2	8.0	2.7	8.35	0.003	0.15	0.005	1.0	9.517	—	—	—	—	—
Jun. 21	22.2	8.3	2.0	7.50	0.01	0.05	0.01	1.0	9.705	—	—	—	—	—

Table 2-2. The Quality of the River Water Sampled at Kupo

Date	Temp. (°C)	pH	Trans. (m)	O <sub>2</sub> (mg/l)	P (mg/l)	N(mg/l)			Salinity	K <sup>+</sup> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Total Hardness
						NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>						
1967														
May 30	24.0	7.4	—	8.91	—	0.03	—	—	1.28	19,941	50.1	91.2	349.7	500.5
Jun. 22	25.0	—	1.9	7.7	0.01	0.03	—	0.01	14.52	224.04	196.01	459.4	4,595.4	6,496.3
Jul. 18	30.0	7.2	0.65	7.51	0.02	0.04	0.008	1.0	0.026	1.564	24.0	20.0	2.1	142.2
Aug. 13	31.0	7.2	2.6	6.27	0.02	—	0.005	0.2	0.49	14.076	24.4	76.4	252.0	275.4
Sep. 16	22.5	7.2	0.4	7.97	0.01	0.07	0.007	0.4	0.155	139.98	18.8	110.17	6.9	500.4
Oct. 14	20.2	8.2	3.0	7.82	0.04	—	0.006	0.4	5.16	86.80	187.2	418.5	1,816.7	2,189.9
Nov. 19	11.0	8.2	2.5	8.92	0.015	0.01	0.004	0.2	5.910	94.91	184.0	392.5	2,040.1	2,074.5
Dec. 27	2.2	8.2	1.7	13.14	0.02	0.16	0.004	1.0	3.761	61.78	130.4	207.3	1,172.5	1,475.3
1968														
Jan. 18	1.2	8.1	1.5	13.23	0.004	0.2	0.007	1.0	6.132	96.87	188.4	386.2	1,885.6	2,060.3
Feb. 18	3.1	8.4	1.4	13.44	0.005	0.07	0.005	1.0	13.08	199.42	399.2	787.5	4,126.0	4,238.2
Mar. 23	11.5	8.4	2.1	11.85	0.003	—	0.002	1.2	3.741	60.23	124.4	199.1	1,172.5	1,130.0
Apr. 21	16.7	7.0	2.5	9.83	0.006	0.005	0.003	1.0	0.714	10.16	26.1	58.2	239.8	306.0
May 21	21.7	7.4	2.5	8.85	0.004	0.007	0.002	1.0	0.125	—	—	—	—	—
Jun. 21	24.1	8.0	2.4	7.35	0.02	0.1	0.006	0.7	3.483	—	—	—	—	—

Table 2-3. The Quality of the River Water Sampled at Samrangjin

Date	Temp. (°C)	pH	Trans. (m)	O <sub>2</sub> (mg/l)	P (mg/l)	N(mg/l)			Salinity	K <sup>+</sup> (mg/l)	Ca <sup>++</sup> (mg/l)	Mg <sup>++</sup> (mg/l)	Na <sup>+</sup> (mg/l)	Total Hardness
						NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>						
1967														
Jun. 11	24.0	7.4	—	7.45	0.02	0.03	—	—	0.041	1.995	30.1	18.2	14.99	150.1
Jul. 19	29.7	7.3	0.6	8.15	0.01	0.04	0.015	0.5	0.025	1.564	26.9	14.1	0.9	125.2
Aug. 12	33.3	8.6	0.8	9.56	0.01	0.15	0.001	0.5	0.019	15,249	27.7	44.0	9.4	250.3
Sep. 15	22.0	7.2	0.2	7.83	0.04	0.12	0.007	0.1	0.013	1.955	24.0	82.7	6.2	400.3
Oct. 15	17.9	8.2	1.7	9.84	0.06	—	0.005	0.1	0.020	1.955	26.6	60.3	11.0	314.6
Nov. 18	8.7	8.4	2.2	8.86	0.03	—	0.008	1.0	0.021	0.978	20.4	12.1	7.127	100.6
Dec. 24	1.2	8.1	1.3	12.58	0.03	0.25	0.007	1.0	0.023	0.889	20.0	12.0	8.0	99.4
1968														
Jan. 16	0.7	8.1	1.0	14.95	0.004	0.02	0.01	0.8	0.026	0.938	20.8	13.5	9.9	107.5
Feb. 18	4.0	8.1	1.0	15.00	0.007	0.22	0.006	1.0	0.025	0.978	20.4	12.7	8.5	103.0
Mar. 24	13.0	8.0	1.0	12.21	0.002	0.005	0.005	1.0	0.037	1.167	14.0	10.6	13.1	78.8
Apr. 21	16.5	8.4	1.6	13.12	0.004	0.04	0.002	1.0	0.017	0.860	10.4	10.4	5.98	68.8
May 21	20.4	7.2	0.4	8.63	0.004	0.04	0.006	0.8	0.016	—	—	—	—	—
Jun. 22	25.5	8.6	1.0	8.59	0.01	0.15	0.001	0.3	0.018	—	—	—	—	—

## 고 찰

수온은 기온, 계절, 강우량 등에 따라서 큰 영향을 받는데, 그 변동 상태를 몇 가지 고찰해 보기로 한다. 상오 7시와 하오 4시의 수온차는 흐름이 비교적 빠른 곳, 즉, 삼랑진과 구포에서는 작지만, 보다 하구 지역인 하단에서는 정체하는 연안수의 영향을 받아서인지 그 차가 상당히 크고, 월간 평균차가 2.6°C로부터 6.8°C에 이르고 전평균차는 4.6°C에 이른다. 이 보고서에는 표시하지 않았지만 맑은 날의 평균 온도차는 비오는 날의 온도차에 비교하면 대단히 크다.

낙동강 하류의 기본조사(2)

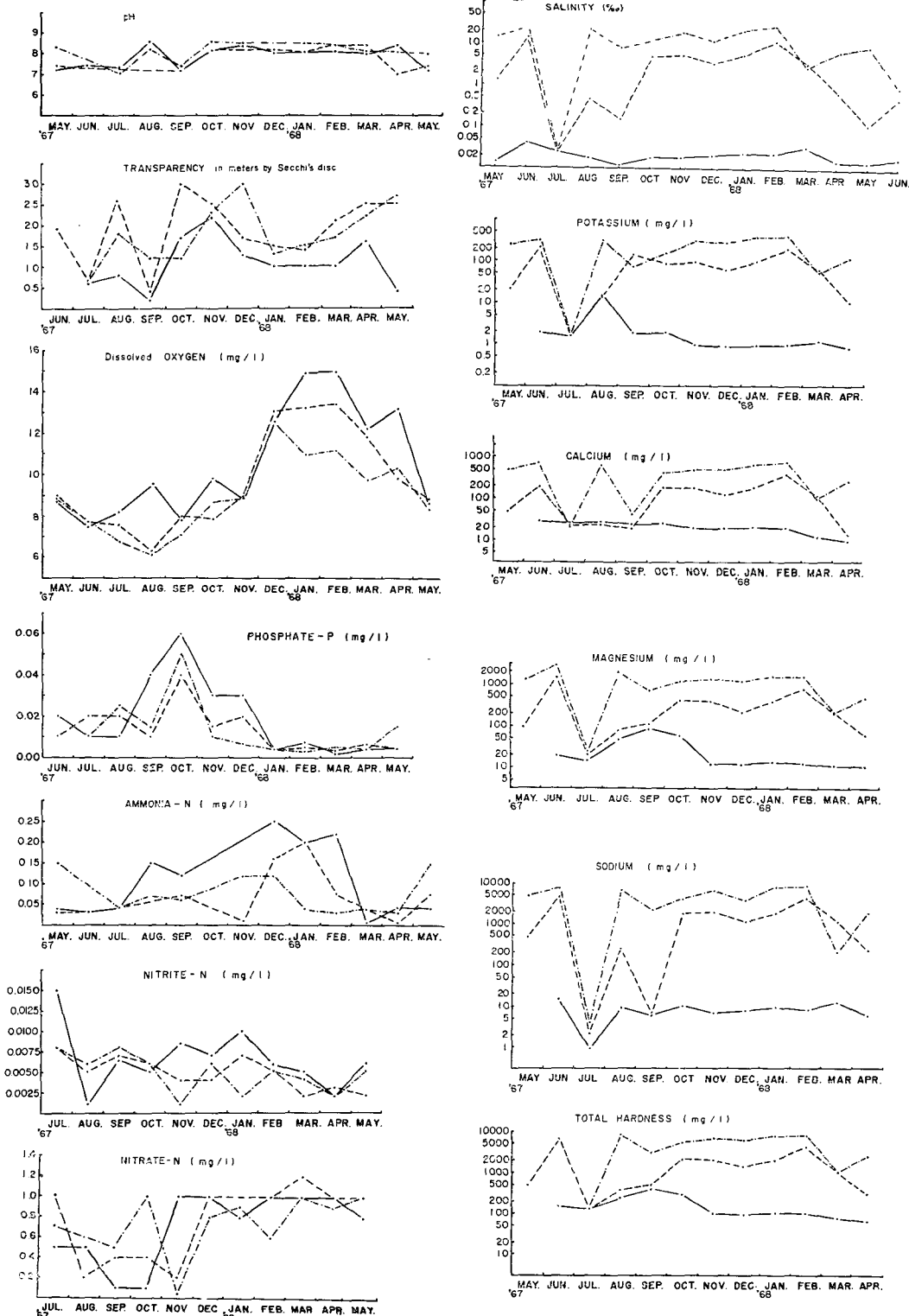


Fig. 3. The fluctuations of physico-chemical study at the three stations.

..... Hadan, ----- Kupo, ————— Samrangjin

수온의 계절적인 변화는 1월에 최저이고, 8월에 최고로 되지만, 그 변화는 일률적이지 않고, 상당한 굴곡을 나타낸다. 그 원인은 기온의 변화도 물론 관계하지만, 보다 큰 영향을 미치는 것은 강우이다. 강우로 인한 영향은 겨울을 제외하면 수온을 상당히 저하시키고, 그 저하 정도는 강우시 뿐만 아니라, 그 후도 오래 계속되고, 수온의 순간, 또는 월간 평균에도 크게 영향하므로 계절적인 수온표시에도 상당한 범위의 변동을 인정해야 하고, 이는 더욱 나아가서 그 수중에 생활하는 어류의 생활에도 해에 따라 상당한 시기의 차이를 가져올 수 있게 한다.

따라서 1주일 또는 1개월에 1회씩 수온을 측정하여 그 결과를 발표하는 일이 흔히 있는데 그러한 측정 결과로는 그 진정한 수온과 거리가 먼 경우가 허다할 것이므로, 수온만은 매일의 최저치와 최고치를 측정하도록 노력하고, 그 결과를 종합하여야 할 것이다. 또한 수중 생물은 겨울의 최저치와 여름의 최고치에만 의존하여 생활이 좌우되는 것이 아니고, 대부분의 온수성 어류는 각 범위의 온도 지속 기간에 따라 그 생활, 특히 생장이 크게 영향을 받으므로 온도의 계속 측정으로 각종 어류의 동면 기간, 생장적온의 지속기간 등을 검토하여 하천어류의 적정 관리의 자료로 써야 할 것이다.

현재까지 알려진 몇 가지 어류에 미치는 수온의 영향을 살펴보면 다음과 같다.

1965년 강원도 화천댐 아래에 저수지의 물을 이용하는 송어 양식장을 만들고 부화 사육을 시킨 일이 있는데, 그 이전에 저수지의 여름철 최고 수온만 검토되었기 때문에, 겨울과 봄철의 장기간에 걸친 저수온 때문에 부화된 치어가 생장할 수 없게 되어 결국 모두 죽어 버렸어, 양어장을 폐쇄하고 다른 곳으로 옮긴 일이 있는데, 이것은 사전에 각 수온의 지속 기간을 조사하지 않았기 때문이다.

뱀장어의 치어인 실뱀장어는 일본에서는 12월부터 5월경 사이에 바다로부터 소상한다고 알려지고 있지만 낙동강에는 2월초까지는 계속 얼음에 덮히는 일이 많고, 3월이 되어도 소상 적온인 8~10°C 이상으로 되지 않으므로 낙동강 하구 지역에서의 소상 적기는 그 이후라고 인정되며, 잉어의 생식 시기는 수온 18~20°C 이상이 되는 5월중순 경이라 인정된다. 그러나 전보(김, 1969)에서도 지적한 바와 같이 한발에 의한 염분의 영향이 크므로 순전히 수온에만 의존하여 잉어 등의 번식은 큰 기대를 가질 수 없다. 그리고 하천 수온의 변화 상태는 해에 따라 상당한 차이가 있음을 잊어서도 안된다.

## 요 약

본 조사 보고는 제1보에 이어서 낙동강 하류 구역의 3개 지점, 하단, 구포 및 삼랑진에서 1967년 5월부터 1968년 6월에 이르는 기간 수온 관측과 수질의 물리 화학적 검사를 하고 그 결과를 보고하는 동시에 몇가지 고찰을 가하였다.

Fig. 2에서 나타난 바와 같이 해양 수온의 영향을 강하게 받는 하단을 제외하면 3월까지의 평균 수온은 10°C 미만이고, 4월부터 5월 초중순까지는 대략 10~20°C 범위이며, 그 후, 온수성 어류의 본격적인 성장수온인 20°C 이상을 유지한다. 그리하여 10월 초순 이후 20°C 이하로 강하하고, 12월부터 다시 10°C 이하로 내려간다.

오전 7시와 하오 4시의 수온차는 물이 정체하는 하구 지역인 하단에서는 월 평균차 2.6~6.8°C 전평균 4.6°C로서 대단히 크고, 보다 상류인 구포와 하단에서는 작다.

수온은 매일의 최저 최고 수온을 측정하여 그 변화상태를 파악해야 하천 생물의 관리에 유익한 자료로 쓰일 수 있다.

## 문 헌

American Public Health Assoc. (1960): Standard methods for the examination of water and wastewater, 11th ed. Am. Publ. Health Assoc., Inc.; New York.

김인배 (1969): 낙동강 하류의 수산개발을 위한 기본조사(1), 어획량과 한발의 영향, 한국수산학회지 2(1), 25-32.

Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons (1965): A manual of sea water analysis, 2nd ed.; Bull. No. 125, Fish. Res. Bd. Canada, Ottawa.

Swingle, H.S. (1960): Methods of water analysis, (Note), Auburn Univ.; U.S.A.

Welch, P.S. (1948): Limnological methods, Blakiston Co.; U.S.A.