

# 河川生態 棲息妻의 現地調査

김진홍\*, 박정석\*\*

## 1. 서론

본 연구에서는 하천생태 서식처에 관한 수리특성의 일환으로, 여울과 웅덩이의 수리특성을 조사하고 기포혼입의 주 원인인 조직적 와류구조가 여울의 어떤 조건 아래에서 잘 발달되는지 밝히기 위해 현지조사를 실시하였다. 이를 위해 생태계 서식이 풍부한 섬진강을 대상으로 하여 여울과 웅덩이가 비교적 잘 형성되어 있는 구역을 선정하였다. 또한 기포혼입을 조사하기 위해 용존산소가 풍부한 여울을 택하여 수리특성을 조사하고, 수면변동과 하상입자의 크기 및 편차와 기포혼입과의 정성적 관계를 조사하였다.

## 2. 대상구역의 선정

그림 1은 선정된 구역을 나타내고 있다. 대상 구역은 보성강과 만나는 합류점의 상류인 압록 지점부터 간전교 하류의 송정 지점까지이다.

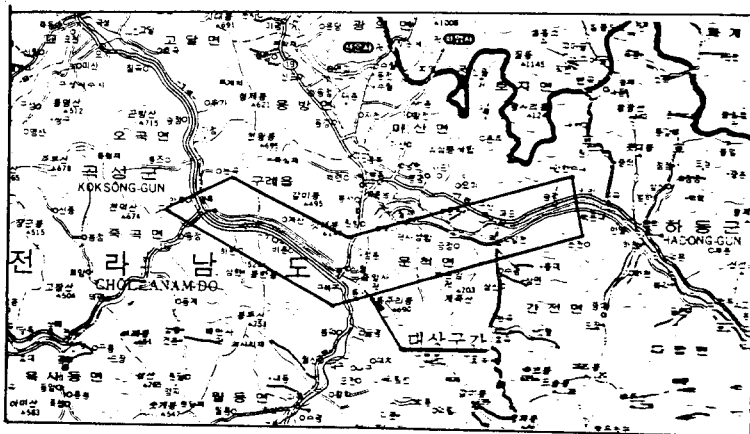
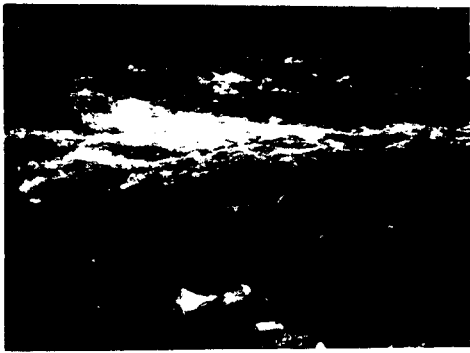


그림 1. 대상 구역

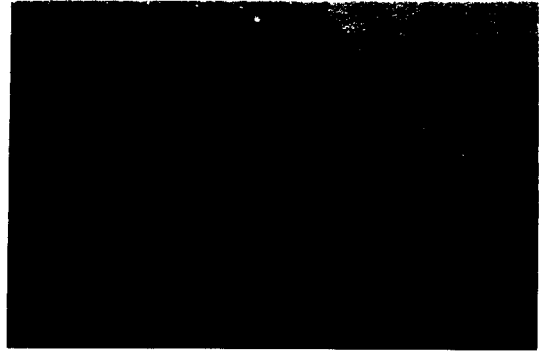
\* : 중앙대학교 건설대학 토목공학과 조교수

\*\* : 광주대학교 공과대학 토목환경공학부 석사과정

대상 구역에는 여울과 웅덩이(소)가 비교적 잘 발달되어 있다. 이는 섬진강의 대상 구간이 자연하천으로서 사행 현상이 잘 발달되어 있으며, 따라서 여울과 웅덩이도 자연스럽게 교대로 형성되어 있다. 여울은 급여울과 평여울로 구분되며, 평여울은 웅덩이의 직하류부에서 형성되고 급여울은 웅덩이의 직상류부에서 형성되고 있다. 그러나 하상경사에 따라 웅덩이의 직상류부에서도 급여울이 형성되는 경우도 있었다. 한편 급여울 중에서도 기포가 발생되지 않는 급여울과 기포가 잘 발생하는 급여울이 현지 측정 결과 나타났다. 그림 2의 (a), (b)는 이 같은 현상을 잘 나타내고 있다. 본 연구에서는 여울과 웅덩이의 발생 상태에 따라 대상 구간을 16 구간으로 하여 그림 3과 같이 구분하였다.



(a) 기포가 발생하는 급여울



(b) 기포가 발생되지 않는 급여울

그림 2. 기포의 발생 여부에 따른 급여울의 구분

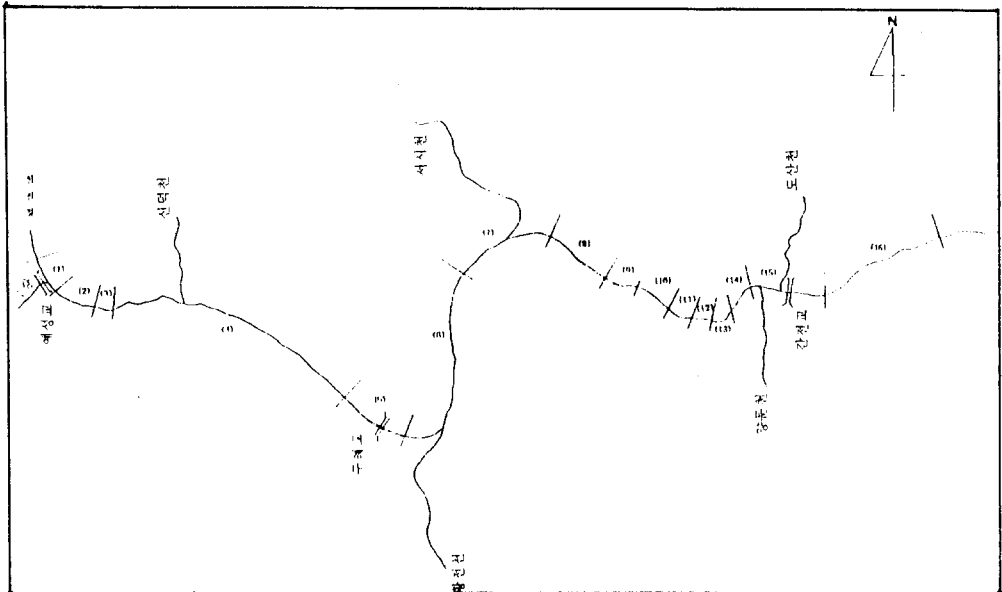


그림 3. 측정 대상 구간

### 3. 대상구간의 수리 및 수질 특성

표 1 및 표 2는 각 대상 구간에서 측정된 수리 및 수질 특성치를 정리한 것이다. 여기서 대상 구간이 길고 각 특성이 서로 상이한 경우 이를 다시 세분 구간으로 구분하였다. 예를 들면 4구간은 4-1, 4-2 및 4-3 구간으로, 6 구간은 6-1 및 6-2 구간으로 세분한 경우이다. 각각의 구간에 대한 수리 및 수질 특성을 언급하면 다음과 같다.

표 1. 각 구간의 수리 특성

(1999년 2월 18일- 2월 21일)

구간	구간거리 (m)	평균수심 (m)	평균유속 (m/s)	Fr (-)	하폭 (m)	구간면적 (m <sup>2</sup> )	하상입경 (mm)	형태	비고
1	52	1.8	0.2	0.05	100	5200	0.15	웅덩이	
2	51	0.6	1.2	0.49	80	4080	0.25	급여울	
3	27	2.8	0.3	0.06	100	2700	0.25	웅덩이	
4-1	151	1.0	0.5	0.16	70	10570	450	평여울	
4-2	102	2.5	0.6	0.12	50	5100	400	평여울	
4-3	212	1.0	1.5	0.48	30	6360	450	급여울	
5	121	4.5	0.2	0.03	250	30250	0.60	웅덩이	
6-1	142	0.5	1.0	0.45	60	8520	0.20	급여울	
6-2	163	2.0	0.1	0.02	250	40750	0.10	웅덩이	
7	211	4.0	0.2	0.03	450	94950	100	웅덩이	
8	165	0.3	0.8	0.47	60	9900	0.20	급여울	
9	62	1.2	0.3	0.09	150	9300	300	웅덩이	
10	63	0.3	0.8	0.47	80	5040	270	급여울	
11	46	4.0	0.1	0.02	300	13800	10	웅덩이	
12	40	1.3	0.3	0.08	210	8400	125	평여울	
13	32	3.0	0.2	0.04	230	7360	20	웅덩이	
14	35	0.2	0.5	0.36	200	7000	9	급여울	
15	71	2.0	0.3	0.07	50	3550	100	웅덩이	
16	129	0.4	0.8	0.40	20	2580	8.5	급여울	

#### 1) 1 구간

대상 구간의 시점으로 섬진강과 보성강이 합류되는 지점이다. 평균수심이 1.8m이고 유속이 느려 대표적인 웅덩이에 속한다. 따라서 하상 입경은 0.1-0.2mm로 다른 구간에 비해 입경이 작은 편이다. 하천 양안에 모래 사주가 잘 형성되어 있고 고수부지가 비교적 잘 발달되어 많은 관광객이 모여들고 있다.

#### 2) 2 구간

수심이 작고 유속이 비교적 커서 여울이 형성되고 있다. 구간 시점에는 평여울이 일부 형성되었으나 거의 전구간에 걸쳐 급여울이 형성되었으며, 군데군데 기포가 형성되

는 기포여울도 보이고 있다. 하상 입경도 비교적 크고, 하천 양안에는 잔디가 넓게 분포되고 있으며 수변 지점에는 많은 자갈이 분포되어 있다.

### 3) 3 구간

사행으로 인해 형성된 전형적인 M형 웅덩이가 구간이다. 좌안에는 모래 사주와 자갈이 분포되어 있으며, 비교적 넓은 고수부지가 조성되어 있다.

### 4) 4 구간

구간 상류부 (4-1 및 4-2 구간)는 유속이 완만한 평여울에 속하지만 하류부는 유속이 비교적 빠른 급여울이 형성되고 있다. Fr수를 계산해 보아도 상류부는 평균 0.14이지만 하류부는 0.48로서 Fr수가 크게 나타나고 있다. 그러나 하상 입경은 전 구간을 통해 비교적 고른 값을 나타내고 있다. 이는 평상시에는 평여울과 급여울이 존재하더라도 홍수시에는 전 구간을 통해 유속이 매우 빠른 흐름이 형성된다는 것을 의미한다. 이 같은 경우 바위 주변에는 세굴 웅덩이가 존재하기도 한다.

### 5) 5 구간

수심이 매우 깊고 반면 유속은 느린 전형적인 웅덩이가 형성되고 있다. 하폭도 250m로 비교적 넓은 편에 속한다. 이 구간은 구례교를 포함하는 구간으로서 하천 양안에 상가와 주택이 조성되어 있다.

### 6) 6 구간

유속이 비교적 빠르고 수심이 낮아 여울이 발달되어 있다. 그러나 황전천이 합류되는 하류단의 일부 지점에서는 웅덩이가 부분적으로 형성되어 있다. 구례-남원 국도가 설치되어 교량이 신설되었다.

### 7) 7 구간

서시천이 합류되는 지점이며, 수중보가 설치되어 있어 저류 효과에 따른 웅덩이가 형성되어 있다. 이곳에서는 하폭이 크고(450m) 유속이 비교적 느려 토사가 퇴적되는 지점이다. 상류로부터의 흐름이 수중보에서 차단되기 때문에 어도가 설치되어 있다. 어도는 Ice Harbour식 어도 2개소와 Vertical slot식 어도 1개소로서 어도를 통한 어류의 이동이 예상된다.

### 8) 8 구간

수중보 하류의 지점으로 수심이 낮고 유속이 빨라 급여울이 형성되고 있다. 하천 가운데에는 소규모의 섬들이 형성되어 있으며, 섬 사이로 흐름이 이루어지고 있다. 하천 양안에 고수부지가 잘 형성되어 있다.

### 9) 9 구간

좌우 양안에 좁고 긴 고수부지가 형성되어 있고 웅덩이가 발달되어 있다. 하상 입경은 비교적 큰 자갈과 돌로 조성되어 있어 과거 공사를 시행했던 것으로 추측된다.

### 10) 10 구간

수심이 낮고 유속이 빨라 급여울이 형성되고 있다. 하상 입경 또한 비교적 큰 자갈과 모래 (평균 입경 ; 270mm)로 형성되어 있다.

표 2. 각 구간의 수질 특성

(일시 : 1999년 2월 24일)

구간	구간거리	DO	수온	PH	BOD	탁도	전도율	비고
1	52	7.76	22.9	8.36	1.7	9.0	0.117	
2	51	7.74	24.5	8.29	1.7	8.0	0.114	
3	27	7.24	24.4	8.34	1.1	7.0	0.112	
4-1	151	7.86	25.6	8.28	1.8	7.0	0.114	
4-2	102	8.73	26.1	8.19	1.5	11.0	0.112	
4-3	212	8.87	23.5	8.21	1.5	11.0	0.107	
5	121	8.60	23.1	8.24	1.9	14.0	0.120	
6-1	142	7.60	25.2	8.01	1.4	15.0	0.117	
6-2	163	8.26	26.8	8.30	1.2	17.0	0.119	
7	211	8.65	25.5	8.26	1.6	11.0	0.123	
8	165	8.08	25.7	8.21	1.7	8.0	0.108	
9	62	6.97	24.0	8.39	1.8	13.0	0.110	
10	63	8.43	24.6	8.21	1.9	9.0	0.108	
11	46	8.15	23.7	8.34	2.0	12.0	0.106	
12	40	7.63	23.8	8.31	1.9	12.0	0.133	
13	32	7.53	23.9	8.39	3.3	44.0	0.113	공사구간
14	35	7.56	23.5	8.40	3.7	28.0	0.112	공사구간
15	71	7.63	24.2	8.40	2.6	20.0	0.114	공사구간
16	129	7.81	22.3	8.38	1.9	8.0	0.108	

11) 11 구간

하폭이 대상 구간에서 두 번째로 넓고(300m) 유속이 매우 느려 전형적인 M형 웅덩이가 형성되고 있다.

12) 12 구간

수심이 낮으며 유속이 비교적 느린 평여울이 형성되고 있다. 하천 가운데는 섬들이 군데군데 형성되어 있으며, 하상 입경도 비교적 큰 자갈과 모래로 형성되어 있다.

13) 13 구간

하천 좌안에 M형 웅덩이가 형성되어 있다. 상대적으로 우안에는 고수부지가 형성되어 있다. 하상 입경이 비교적 크고, 흐름이 하천 가운데에 형성된 섬들 사이로 흐르고 있다.

14) 14 구간

양문천이 합류되는 상류의 지점이다. 수심이 낮고 유속이 빨라 급여울이 형성되어 있다. 급여울 일부 구간에서는 기포가 발생하는 기포 여울이 형성되어 있다.

15) 15 구간

양문천과 도산천이 합류되는 구간으로 웅덩이가 형성되어 있으나, 일부 구간에서는 평여울이 형성되기도 한다.

#### 16) 16 구간

본 대상 구간의 종점으로 수심이 낮고 유속이 비교적 빨라 급여울이 형성되고 있다. 이곳에서는 여울 전체 구간에서 기포가 형성되고 있으며, 은어 치어의 방류 지점으로 유명한 지점이다. 하폭은 비교적 좁다.

각 구간의 수질 특성을 보면 거의 모든 여울 구간에서는 BOD가 2.0 이하로 수질이 비교적 좋고, 용존산소가 많음을 나타내고 있다. 이는 섬진강 주변의 오염 유입원이 적고 하상 경사가 비교적 급하며, 수심이 낮고 하상 입경이 비교적 큰 자갈과 모래로 형성되어 있어 용존산소가 비교적 풍부하기 때문이다. 또한 자갈에는 부착조류가 형성되어 어류 (특히 은어와 황어, 피라미)의 좋은 먹이가 되고 있다. 섬진강은 다른 하천에 비해 인공적인 하천정비를 많이 하지 않았으며, 사행하천이 잘 형성되어 있어 여울과 웅덩이가 잘 발달되어 있다. 특히 급여울에는 용존산소의 공급원이 되는 기포가 유입되고 있다. 기포는 하상 재질이 굵을수록 많이 유입되고 있어, 하상 입경의 크기와 기포 유입과의 관계를 예측할 수 있다. 기포 유입은 주로 자갈과 같은 굵은 입경의 후면 (trailing edge)에서 발생되며, 주로 수면 경사가 급하여 도수가 발생하는 지점에서 대량 기포가 유입되고 있었다. 공기 유입의 주요 원인이 되는 조직적인 와류구조는 주로 급여울에서 잘 발달되어 있음을 현지 결과 확인할 수 있었다. 즉, 수심이 낮고 유속이 크며 하상경사가 급하고 Fr수가 클수록 와류구조가 잘 발달되어 공기 유입이 잘 이루어짐을 확인할 수 있었다.

따라서 섬진강은 수질이 매우 좋고 용존산소가 높으며, 하상 재질에는 어류의 먹이가 되는 부착조류가 형성되어 있어, 먹이사슬이 풍부하고 어류의 서식처로서 매우 좋은 여건을 갖추고 있다. 급여울에서는 기포 유입이 발달되어 용존산소가 풍부함을 알 수 있었다.

#### 4. 추후의 연구과제

기포혼입을 일으키는 조직적인 와류구조를 장기간 계속해서 측정하기 위해서는 수리 실험을 해야 한다. 따라서 본 연구에서는 추후 현지 하천의 여울에서 측정한 결과를 바탕으로 실험실에서 여울의 형태와 수리조건을 적정 축척으로 재현시켜 수리실험을 하는 것으로 하였다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(과제번호; 981-1204-010-1) 지원으로 수행되었으며 연구를 지원한 한국과학재단에 감사를 드립니다.