

# 도시하천의 자정능력에 미치는 수리학적 특성

○오병희<sup>1)</sup>, 정천리<sup>2)</sup>, 김용구<sup>3)</sup>, 박성권<sup>4)</sup>

## 1. 서론

우리 나라의 도시하천은 1960~80년대의 급속한 경제 성장시기를 지나오면서 하천기능 중 많은 부분의 상실을 가져왔다. 즉, 도시하천은 도시화에 의하여 과거의 자연유역이 자연성의 훼손에 의해 도시유역으로의 변화가 이루어졌으며, 이는 유출기구의 변화를 의미하는 것으로 유출량의 시간적 변화가 크게 나타나게 되었다. 또한, 도시유역의 인구밀도의 증가는 공공수역인 도시하천의 오염부하량의 증대로 이어지며, 즉 도시하천의 자정능력 이상의 오염부하량의 유입으로 도시하천의 자정능력의 상실을 가져오게 되었다. 그리고 도시민의 지하수사용량의 증대에 의한 지하수위의 저하 또한 생활수준의 향상에 맞추어 하수도 보급율의 증대와 합류식관거 계통의 확대에 의하여 도시하천은 하수도로 전락(轉落)하게 되었으며, 하수도로 전락한 도시하천의 지류는 합류부에 설치된 차집관거와 함께 도시하천의 건천화를 주도하게 되었다.

이상과 같이 도시하천은 유역의 자연성 훼손과 자정능력 상실, 건천화라는 커다란 문제에 직면하고 있다. 따라서 본 연구에서는 도시하천의 자정능력을 회복할 수 있는 하천의 수리학적인자를 파악하기 위한 기초적 연구로 수리학적 인자와 자정능력간의 상관성을 분석하여 제시하였다.

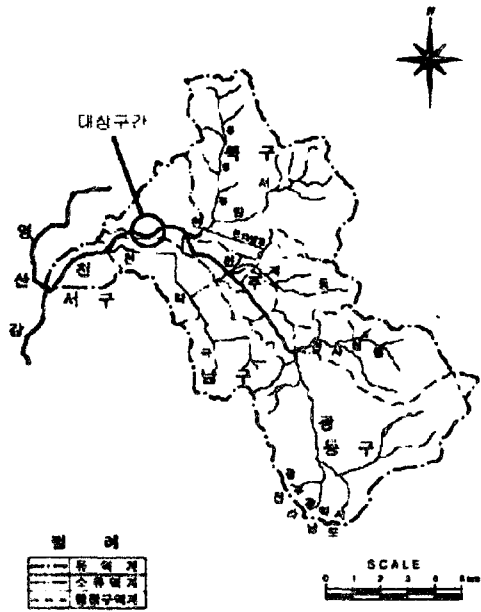


그림 1. 대상지점

## 2. 대상지점 및 자료구성

대상구간은 유입수가 없는 구간 및 조사의 편리성을 고려하여 그림 1과 같이 광주천의 일부구간을 선정하였다. 대상구간은 1,000m의 유로연장 구간으로 상류구간에 콘크리트 보가 설치되어 있고, 하상은 자갈과 모래가 혼합되어있는 상태이며, 하상경사는 약 1/480정도를 유지하는 구간이다.

그림 1에서 선정된 대상구간에서 수리학적 특성과 하천의 자정능력과의 상관성을 분석하기 위하여 수리학적 특성으로는 흐름특성과 하상재료특성으로 구분하고

표 1. 조사 및 분석항목

구분	조사 항목	비고
흐름 상태	유적, 유량, 평균수심, 수면폭, 유속 5개항목	
하상 재료	조립율, 균등계수( $D_{60}/D_{10}$ ), 조도계수( $n_1, n_2$ ) 4개항목	
자정 능력	BOD, DO, T-N, T-P, $Cl^-$ , 자정계수( $f$ ), 수질종합지수 7개항목	

- 1) 태림인더스트리(주)
- 2) 동신대학교 대학원 토목공학과 석사과정
- 3) 동신대학교 대학원 토목공학과 박사과정
- 4) 동신대학교 토목환경공학부 토목공학전공 부교수

자정능력으로는 자정계수( $f$ )와 수질종합지수(K-WQI), 일부 수질항목을 사용하였으며, 이에 따른 조사항목은 표 1과 같다. 수리학적 특성과 수질을 13개 지점에서 6개월 동안 매월 2~3차례 직접 조사하여 지점별로 각각 15회 정도의 자료를 수집하여 수리학적 특성자료와 수질자료 군을 구성하였다.

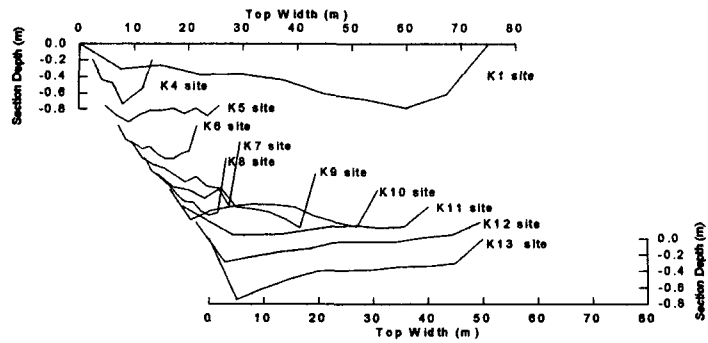


그림 2. 구간의 단면변화와 수면폭변화

### 3. 분석 및 고찰

#### 3.1 단면간 자정능력 검토

그림 2는 각 단면의 수심과 수면폭으로 수면폭의 급확대 구간은 K4단면~K5단면구간 또는 K8단면~K9단면구간이며, 급축소구간은 K5단면~K6단면으로 조사되었으며, K5단면구간은 여울이 있어 수심이 가장 낮고, 유속이 가장 빠른 구간이며, K7과 K8단면 구간은 수면폭이 짧고 수심이 깊은 구간이며, K9단면구간부터는 수면폭이 길어지기 시작한다. 그림 3은 상하류간의 BOD농도변화를 나타낸 그림으로 그림3의 (d)와 (h)에서와 같이 급확대구간에서는 BOD농도가 감소됨을 알 수 있었으며, 그림3의 (e)와 같이 급축소구간에서는 BOD농도가 증가됨을 알 수 있다.

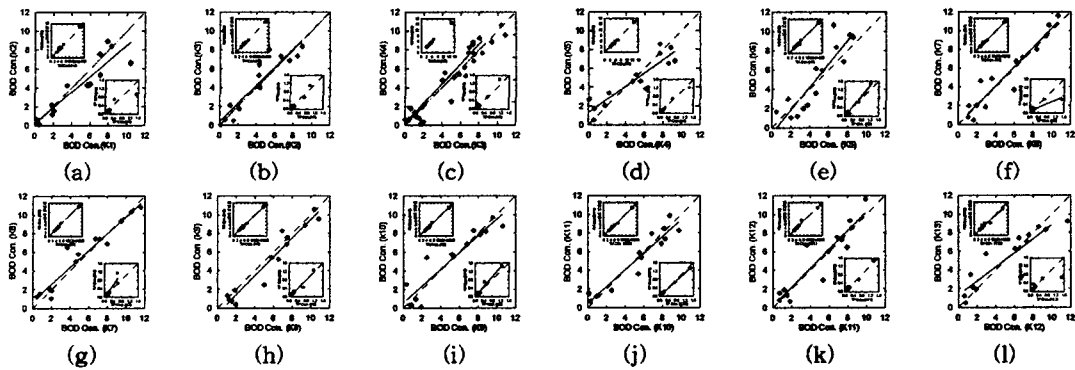


그림 3. 대상구간의 단면간 자정능력 검토

#### 3.2 흐름특성과 자정능력의 상관분석

흐름상태가 대상 하천의 자정능력에 미치는 영향력을 분석하기 위하여 상호간의 상관분석을 실시하였으며, 그 결과는 그림 4와 표 2와 같으며, 그림 4와 표 2에서와 같이 유량과 유속은 자정능력간의 상관성이 매우 유사하게 나타났으며, DO농도,  $Cl^-$ 농도와 음의 상관성으로 강한 상관관계를 보였으며, 자정계수와는 상관계수 0.7이상의 좋은 상관관계를 보였다. 수심은 BOD농도와 양의 상관성으로 강한 상관관계를 보였으며, 수질종합지수와 음의 상관성으로 강한 상관관계를 보였다. 수면폭은 T-N농도와는 음의 상관성 그리고, DO농도와는 양의 상관성으로 좋은 상관관계를 가지고 있다. 유적은 DO농도와  $Cl^-$ 농도와는 상관계수가 0.9정도로 우수한 상관성을 보였다.

#### 3.3 하상재료와 자정능력의 상관분석

하상재료의 특성으로는 조립율(F.M), 균등계수(U.C), 조도계수( $n_1, n_2$ )를 사용하고 자정능력의 특성으로는 BOD, DO, T-N, T-P,  $Cl^-$ 농도, 자정계수( $f$ )와 수질종합지수를 사용하여 하상재료 상태가 도시하천의 자정능

력에 미치는 영향을 분석하기 위하여 상호간의 상관분석을 실시하였으며, 그 결과는 그림 5와 표 3과 같다.

표 2. 흐름상태와 자정능력의 상관분석 결과

구분	흐름상태					자정능력							
	유량	유속	수심	수면폭	유적	BOD	DO	T-N	T-P	Cl-	f	K-WQI	
흐름상태	유량	1	0.986	-0.554	-0.789	-0.958	-0.619	-0.938	0.529	-0.096	-0.849	0.734	0.466
	유속	0.986	1	-0.668	-0.712	-0.968	-0.734	-0.968	0.439	0.050	-0.899	0.769	0.554
	수심	-0.554	-0.668	1	-0.011	0.597	0.938	0.651	0.316	-0.698	0.641	-0.690	-0.865
	수면폭	-0.789	-0.712	-0.011	1	0.794	0.139	0.707	-0.803	0.590	0.594	-0.350	0.035
	유적	-0.958	-0.968	0.597	0.794	1	0.676	0.960	-0.439	0.059	0.866	-0.683	-0.497
자정능력	BOD	-0.619	-0.734	0.938	0.139	0.676	1	0.779	0.089	-0.663	0.790	-0.693	-0.805
	DO	-0.938	-0.968	0.651	0.707	0.960	0.779	1	-0.465	-0.089	0.958	-0.711	-0.573
	T-N	0.529	0.439	0.316	-0.803	-0.439	0.089	-0.465	1	-0.567	-0.470	0.157	-0.338
	T-P	-0.096	0.050	-0.698	0.590	0.059	-0.663	-0.089	-0.567	1	-0.208	0.287	0.552
	Cl-	-0.849	-0.899	0.641	0.594	0.866	0.790	0.958	-0.470	-0.208	1	-0.674	-0.521
	f	0.734	0.769	-0.690	-0.350	-0.683	-0.693	-0.711	0.157	0.287	-0.674	1	0.542
	K-WQI	0.466	0.554	-0.865	0.035	-0.497	-0.805	-0.573	-0.338	0.552	-0.521	0.542	1

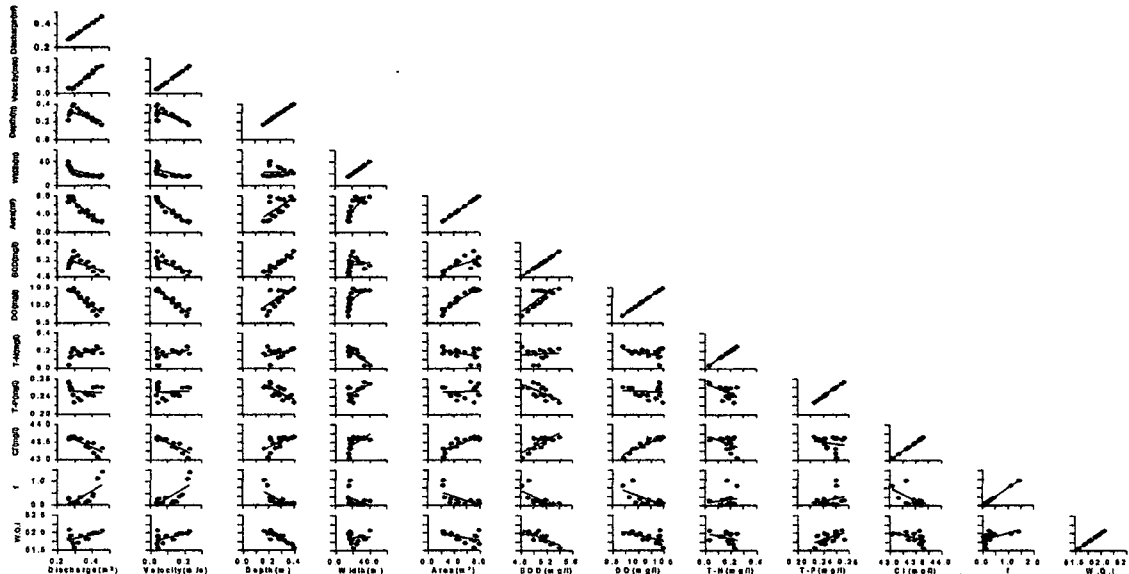


그림 4. 흐름특성과 자정능력의 상관도

표 4 하상재료와 자정능력의 상관분석 결과

구분	하상특성				자정능력							
	FM	UC	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	BOD	DO	T-N	T-P	Cl-	f	K-WQI	
하상특성	FM	1	-0.017	0.465	0.328	-0.388	0.034	-0.208	0.661	-0.069	0.153	0.106
	UC	-0.017	1	0.610	0.850	-0.777	-0.959	0.404	0.148	-0.881	0.751	0.575
	n <sub>1</sub>	0.465	0.610	1	0.923	-0.924	-0.553	-0.357	0.814	-0.557	0.543	0.816
	n <sub>2</sub>	0.328	0.850	0.923	1	-0.947	-0.790	-0.037	0.597	-0.760	0.702	0.789
자정능력	BOD	-0.388	-0.777	-0.924	-0.947	1	0.779	0.089	-0.663	0.790	-0.693	-0.805
	DO	0.034	-0.959	-0.553	-0.790	0.779	1	-0.465	-0.089	0.958	-0.711	-0.573
	T-N	-0.208	0.404	-0.357	-0.037	0.089	-0.465	1	-0.567	-0.470	0.157	-0.338
	T-P	0.661	0.148	0.814	0.597	-0.663	-0.089	-0.567	1	-0.208	0.287	0.552
	Cl-	-0.069	-0.881	-0.557	-0.760	0.790	0.958	-0.470	-0.208	1	-0.674	-0.521
	f	0.153	0.751	0.543	0.702	-0.693	-0.711	0.157	0.287	-0.674	1	0.542
	K-WQI	0.106	0.575	0.816	0.789	-0.805	-0.573	-0.338	0.552	-0.521	0.542	1

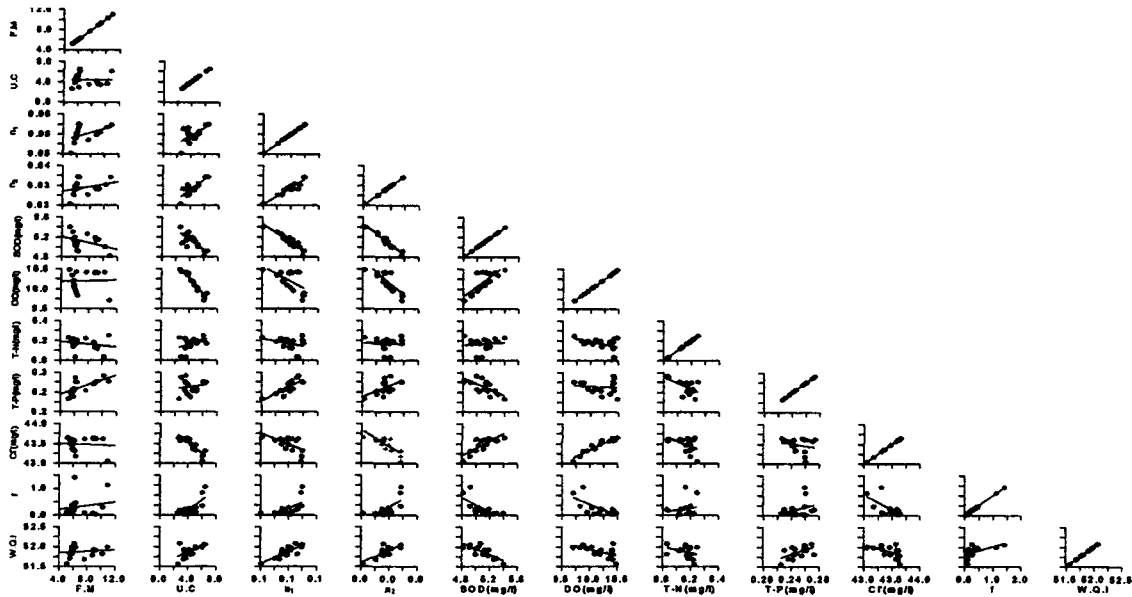


그림 5 하상특성과 자정능력의 상관도

그림 5와 표4에서와 같이 조립율은 T-N농도와 양의 상관성으로 양호한 상관관계를 보였으며, 균등계수는 DO농도, Cl<sup>-</sup>농도와 음의 상관성으로 강한 상관관계를 보이고, 자정계수와의 양의 상관성으로 좋은 상관관계를 보였다. 조도계수( $n_1$ )는 BOD농도와는 강한 음의 상관성을 보이고, T-N농도, 수질종합지수와 우수한 상관성을 보이고 있다. 또한, 조도계수( $n_2$ )는 BOD농도와 강한 음의 상관성을 보이고, 수질종합지수와의 좋은 상관성을 보였다.

## 5. 결론

본 연구는 도시하천의 자정능력을 회복할 수 있는 하천의 수리학적인자를 파악하기 위한 기초적 연구로 광주천을 대상으로 직접 현장에서 자료를 취득하여 수리학적 인자와 자정능력간의 상관성을 분석하였다. 그 결과 단면간 자정능력은 수면폭의 급확대의 경우 수질에 양호해지는 반면 급축소의 경우 수질이 악화됨을 알 수 있었으며, 자정계수는 흐름인자중 유량, 유속, 수심, 유적과 그리고 하상재료인자중 균등계수와 조도계수( $n_2$ )와의 상관계수가 0.7정도로 양호한 상관관계를 보였으며, 수질종합지수는 흐름인자중 수심과 그리고 하상재료인자중 조도계수( $n_1$ )와 조도계수( $n_2$ )와의 상관계수가 0.8정도로 높은 상관관계를 갖고 있음을 알 수 있었다.

## 6. 참고문헌

1. 광주광역시(2000), 광주천 하천정비기본계획(재정비)
2. 박종관(1997), 물환경 조사법, 청문각
3. 왕창근 외5인 공역(2000), 수질데이터의 통계적 해석, 동화기술
4. 오병희(2002), 도시하천의 자정능력 향상을 위한 수리학적 특성 연구, 동신대학교 석사학위논문
5. 김진홍 외 1인(1999), 하천생태 서식처의 현지조사, 한국수자원학회 논문집, pp. 565~571.
6. Mandel, J.(1964), The Statistical Analysis of Experimental Data, New York, Dover Publications
7. Benson, M.A.(1965), Spurious Correlation in Hydraulics and Hydrology, J. Hydraul. Div. ASCE, 91, HY4, pp. 35~45.