

〈論 文〉

錦江流域의 河川維持流量 算定

Estimation of River Maintenance Water in the Geum River Watershed

安 相 鎭*, 金 宗 燮**, 咸 昌 鶴 **, 姜 京 錫***
 Ann, Sang Jin Kim, Jong Sub Hahm, Chang Hahk Kang, Kyeong Seok

Abstract

The purpose of this paper is to estimate river maintenance water of the main gauging stations in Geum river watershed.

The estimation methods of river maintenance water are classified into two categories : views of supply and demand. The definition of river main-tenance water in this paper, is the maximum value between mean drought flow and environmental conserving flow.

In order to estimate river maintenance water, the mean drought flow estimated at the upstream of the Daecheong Dam but the downstream of the Daecheong Dam estimated mean drought flow and water quality control flow use of QUAL2E Model.

In result, a mean drought flow showed large value at the Gong ju and Gyu am station as the downstream of the Daecheong Dam. The river maintenance water is 33.82 m³/sec at the Gong ju station, 51.51 m³/sec at the Gyu am station.

Therefore, an estimation of the river maintenance water in the Geum River watershed concluded suitability which is determined mean drought flow.

要 旨

본 연구는 금강유역의 주요수위표 지점에서 하천유지유량을 산정하는데 그 목적이 있다. 하천유지유량을 산정하는 방법에는 수요적인 측면과 공급적인 측면 두가지로 분류할 수 있다.

본 논문에서 하천유지유량의 개념은 평균갈수량과 환경보존유량중 큰 값으로 결정하였다. 하천유지유량의 산정에서 대청댐 상류지역은 평균갈수량으로, 대청댐 하류지역은 평균갈수량과 QUAL2E 모형으로 산정된 수질보전유량중 큰 값을 하천유지유량으로 결정하였다. 그 결과 대청댐 하류인 공주와 규암지점 모두 평균갈수량 값이 크게 나타났으며 그 값은 공주지점에서 33.82 m³/sec, 규암지점은 51.51 m³/sec 이었다. 그러므로 금강유역의 하천유지유량의 산정은 평균갈수량으로 결정하는 것이 타당하다고 판단되었다.

1. 序 論

경제성장에 따른 都市化와 産業化 사회로의 변모와 국민생활 수준향상에 따른 급격한 用水의 수요 증가로 인하여 수자원의 적정이용 문제가 심각하게 대두되고 있다.

河川이 河川으로서 그 기능을 유지하기 위하여 필요한 流量을 河川維持流量이라 할 수 있으며 이에 대한 概念과 量的인 算定이 절실히 요구되고 있다.

河川維持流量에 대한 研究는 국내의 경우 1960년대 경제개발이 본격적으로 추진되면서 建設部¹⁾에서 발간한 “水資源 綜合開發 10年 計劃(1966-1975)”에서 河川維持流量에 대하여 최초로 언급하였고, 1971년 河川法이 제정되고 河川法施行令이 공포되면서 河川整備基本計劃項에 河川維持流量과 正常流量의 개념을 제시하였다. 建設部와 韓國水資源開發公社²⁾가 시행한 “漢江 流域調查事業報告書”에서 鹽水侵入防止用水로 常時流出量(95%流量)을 河川維持流量으로 산정하고 舟運 및 漁類와 野生動物, 휴양 및 오락, 수질관리등의 기능을 검토하였으며, 下水稀釋을 위한 稀釋流量의 개념이 대두되었으며, “금강유역조사보고서³⁾”에서 염해방지의 기능으로 강경지점의 하천유지유량을 20 m³/sec로 산정하였다.

1972년에는 “금강유역조사보고서⁴⁾”에서 하류지점의 하천유지유량을 염해방지기능으로 30 m³/sec로 산정하였으며, “洛東江 河川整備基本計劃⁵⁾”에서 河川維持流量을 取水에 필요한 最小 流量으로 渴水量보다 약간 크게 추정 했으며, 1973년의 “영산강유역 개발지원 및 섬진강유역 조사보고서⁶⁾”에서는 取水에 지장이 없는 水質을 유지하기 위한 대책의 필요성을 강조하였다.

1974년 부터 여러 보고서에 正常 流量과 河川維持 流量의 개념에 대한 분리 와, 河川維持 流量의 河道 維持技能에 어패류의 보전을 위한 기능이 포함되었고, 河川維持 流量을 利水 流量과 구분되는 非消費性 流量으로 규정하였으며, “금강하천정기기본계획 보고서⁷⁾”에서는 규암지점의 河川維持 流量을 鹽害防止의 技能으로 27.2 m³/sec로 算定하였다. 또한 1975년 부터 “수자원개발 조사년보⁸⁾”에서는 河川維

持流量을 水質管理에 필요한 유량으로 보고 渴水量(10年 頻度 7日渴水量)을 제시하였다.

1976년 에는 자연풍치의 개념이 도입되었으며, 1980년에는 河川施設基準에 있어서 河川維持 流量을 설정할때 검토하여야 할 구체적인 항목이 기술되었으며, 1981년 “洛東江 河川整備基本計劃⁹⁾”에는 稀釋 流量을 夏節期와 非夏節期로 나누어 산정하였고, 産業基地開發公社/NEDECO¹⁰⁾에서는 7월의 溶存 酸素量을 기준으로 稀釋 流量을 산정하였다.

1983년 國立環境研究院¹¹⁾에서 수행한 “全國主要 河川基礎調查”에서는 河川維持 流量을 自然流下條件의 代表 流量인 流出量의 最頻值(240~260日 流量)로 채택 하였으며, 유등천의 유지유량을 수질보전의 기능으로 5 m³/sec로 제시하였다.

1985년 수질보전의 기능으로 “금강하천정기기본 계획보고서(갑천, 유등천)¹²⁾”에서 공주지점의 유지 유량을 45 m³/sec로 산정하였으며, 1986년의 “漢江 河川整備基本計劃(중량천, 곡물천)¹³⁾”에서는 下流에서 얼마의 유량이 필요한가 하는 需要側面과 上流에서 얼마나 供給할수 있는가 하는 供給側面을 고려하여야 하므로 上流에서 공급가능한 側面을 고려할 것을 제안하였다.

이성재¹⁴⁾는 “河川의 維持用水量 算定方法에 관한 研究”에서 河川維持 流量을 稀釋 流量으로 보고 Macro 水質모형인 Biodegradable Model을 적용하여 금강유역의 稀釋 流量을 1986년은 30 m³/sec, 1991년은 40 m³/sec, 2001년은 46 m³/sec로 산정 하였으며, 國土開發研究院¹⁵⁾의 “水質保全을 위한 維持用水 算定에 관한 研究”에서 需要와 供給側面을 고려하여 河川維持 流量을 산정하여야 한다고 하였다. 1988년 國土開發研究院¹⁶⁾의 “河川維持 用水의 需給에 관한 研究”에서는 河川維持 流量의 기능에 하구둑 기능의 維持項目을 첨가하여 하구둑 技能 維持 流量과 하천에서 항상 흐를수 있다고 인식되는 最小 流量인 渴水量을 비교하여 큰값을 河川維持 流量으로 보고 錦江 流域에서는 갈수량인 30 m³/sec를 그 값으로 설정하였다. 1990년 한국건설기술연구원¹⁷⁾의 “한강하천유지유량조사연구보고서”에서는 供給側面에서 平均渴水量을 需要側面에서 環境保存 流量을 算

定하여 이중 큰 값을 河川維持流量으로 設定하였다.

外國의 研究動向을 살펴보면 Montana州¹⁾에서는 河川維持流量에 대한 기준으로 10年頻度 7日 渴水量, 基準地點에서의 月平均流量과 TDS (Total Dissolved Solid)濃도와 回歸分析을 실시하여 DHES (Department of Health and Environmental Services)의 권장치인 500 mg/l에 상당하는 月流量으로 산정하였다.

캘리포니아 水質規制 委員會²⁾ (Colifornia State Water Pollution Control Board)는 물을 기초로한 야외오락 用水基準으로 浮遊物質이 없어야 하고 無色, 無臭 그리고 有毒物質이 없어야 하며 병원균에 汚染되어 있지않아야 한다고 하였다.

2. 河川維持流量의 定義

河川維持流量의 개념이 시대에 따라서 또한 주변 환경에 따라 변화함으로써 산정된 河川維持流量의 크기에도 커다란 변화를 보여주고 있으며 기존의 하천유지유량 설정시에는 需要側面만을 강조하여 供給側面에서 공급가능한 유량을 고려하는데 미흡하였기 때문에 기존의 河川維持流量의 설정방법에서 需要와 供給을 분리하여 명확한 河川維持流量의 개념을 정립하기 위해 河川維持流量은 적절한 河川管理를 위한 流量인 河川管理流量 (우리나라와 일본의 河川法에 있는 正常流量)의 측면에서 河川維持流量을 정의하였다.

河川維持流量은 自然的 要因인 平均渴水量과 人爲的 要因인 環境保存流量에서 값이 큰 유량으로 설정하였으며, 다른 하천의 정상적 기능 및 상태를 유지하기 위하여 需要와 供給 두가지 側面을 모두 만족하는 流量으로 정의하였다. 여기서 平均渴水量은 자연상태의 하천에서 渴水時에도 흘렀다고 볼 수 있는 平均渴水量을 하천의 乾川化 防止등 자연하천이 갖고 있는 최소한의 기능을 수행하도록 하류에 흐르도록 보장해 주어야 할 유량으로 非消費性 流量이다. 또한 環境保存流量은 舟運, 鹽害防止, 河川管理施設의 保存, 水質保全, 漁業, 河口閉鎖의 防止, 地下水位의 維持, 動植物의 보호, 景觀의 9가지 기능을 종합적으로 고려하여 河川環境保存을 위하여 하천의

정상적인 기능이 유지되도록 설정하는 유량으로 사회적 요건에 따라 달라질 수 있으며 적절한 河川環境을 보존하기 위하여 필요한 유량으로 非消費性 流量이다.

그러므로 本 研究에서는 既發表된 韓國建設研究院에서 遂行한 漢江 流域의 河川維持流量 算定方法에 의하여 研究하였다.

3. 渴水量 算定

3.1 流域의 特性 및 概況

선정한 錦江 流域은 우리나라 中部地域의 廣域化 上水源으로 流域面積은 9885.8 km²이며, 流路延長은 401.1 km이다.

錦江水系의 水位觀測所는 20개소가 운영되고 있으나 本 論文에서는 本流의 自記水位標 4개 地點(규암, 공주, 수통, 용담)과 支流 1개 地點(석화)을 선정하였다. 선정된 5개 지점의 流域特性 資料는 表 3.1과 같다.

表 3.1 유역특성 인자와 수위자료

유역특성 지점	유역면적 A (Km ²)	하천길이 L (Km)	유역경사 (S+0°)	수위자료 (year)	비 고
규 암	8152.34	337.5	1.843	70-87 (20년)	
공 주	6836.92	304.7	2.016	70-89 (20년)	
석 화	1178.96	66.4	1.446	70-89 (16년)	71.80, 87.88 부분결측
수 통	1056.63	100.2	4.800	70-89 (18년)	71: 전체결측 76: 부분결측
용 담	909.50	61.5	6.992	70-89 (20년)	

3.2 水位 - 流量 關係曲線式 算出

本 論文에서 이용된 水位 - 流量 關係曲線式은 주 5개 지점에 대해 실측된 유량자료를 토대로 대칭 建設 以前과 以後로 나누어 算出하였다. 각 분석 지점에 대한 水位 - 流量 關係曲線式은 表 3.2와 같다.

3.3 流況 分析

일반적으로 流況分析은 댐등의 수자원개발이 필요한 경우 그 용량의 결정이나 發電量 및 하류의 流水 占用을 위한 공급가능량을 결정하기 위하여 행하여

표 3.2 선정지점의 수위-유량관계 곡선식.

지점	기간	수위-유량관계 곡선식	상관계수	비고
규암	댐건설전 ('70-'79)	$Q=96,5809(h-0,0043)^2$	R=0,9886	댐하류
	댐건설후 ('80-'89)	$Q=86,7672(h+0,6476)^2$	R=0,9472	
공주	댐건설전 ('70-'80)	$Q=89,3017(h-1,0019)^2$	R=0,9871	댐하류
	댐건설후 ('80-'89)	$Q=73,7115(h+0,3324)^2$	r=0,9367	
석화	'70-'89	$Q=128,0329(h-0,5536)^2$	R=0,9798	
수통	'70-'89	$Q=141,5120(h-0,5231)^2$	R=0,9949	
용담	'70-'89	$Q=99,9052(h+0,0994)^2$	R=0,9976	

진다.

流況分析의 기준이 되는 하천의 유량으로는 渴水量, 低水量, 平水量, 豐水量이 있으며 그 支配日數는 355일, 275일, 185일, 95일이며, 支配確率은 97.3%, 75.3%, 50.7%, 26.0%로 나타나며, 維持不可日數는 10일, 90일, 180일, 270일이다.

水位標地點에서 流況分析을 실시하여 얻은 渴水量을 각 지점별로 나타내면 표 3.3과 같으며, 얻어진 流況曲線中 규암지점을 대표적으로 나타내면 Fig. 3.1과 같다

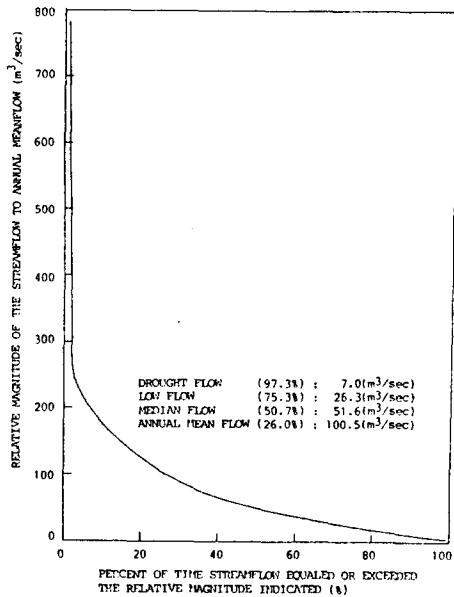


Fig. 3.1 Flow duration curve in the Gyuam(1989).

표 3.3. 각 지점의 매년 갈수량. (단위:m³/sec)

지점 년도	규암	공주	석화	수통	용담	비고
'70	34.94	33.02	1.07	2.27	1.20	
'71	25.09	24.90	*	**	1.42	석화:8, 10, 11, 12월
'72	42.41	34.11	3.04	7.94	1.94	
'73	59.53	58.31	9.19	32.18	1.19	
'74	50.61	49.97	9.19	25.78	0.98	
'75	30.64	28.82?	3.04	22.29	2.53	
'76	28.99	14.15	3.04	*	2.86	수통:1, 2, 3, 4월
'77	20.77	3,5015	1.02	3.05	1.19	
'78	48.49	41.06	2.02	32.18	3.97	
'79	57.23	46.05	2.17	32.18	7.77	
'80	171.91	130.85	*	2.67	1.96	석화:9, 10, 12월
'81	91.62	35.33	29.36	2.99	2.99	
'82	86.35	25.00	37.97	5.76	0.96	
'83	86.35	46.28	42.68	5.31	2.63	
'84	71.47	26.74	7.93	10.65	1.18	
'85	53.82	13.15	1.31	11.94	3.37	
'86	10.48	9.43	1.17	8.29	2.63	
'87	38.67	37.41	*	2.99	1.98	석화:6-12월
'88	10.17	8.64	*	2.37	2.21	석화:1-6월
'89	10.77	9.68	1.10	2.37	2.29	

*:부분결측 **:전체결측

3.4 平均渴水量 算定

利水側面에서 기준이 되는 渴水量으로는 平均渴水量, 基準渴水量, 10年 頻度 7日 渴水量등의 3가지가 있다.

平均渴水量이란 분석기간동안의 매년의 渴水量을 평균한 값으로 보통 3가지 渴水量중 가장 큰 값을 가지며, 基準渴水量은 10年 頻度 渴水量으로 분석기간 동안의 매년의 渴水量을 頻度分析하여 非超過確率 10%에 해당하는 渴水量이다.

10年 頻度 7日 渴水量은 미국등에서 주로 이용하는 방법으로 7일간의 連續流量을 구하여 평균한 후 가장 작은 平均流量을 그 해의 最低 7日 渴水量으로 하고 이들 最低值를 頻度分析하여 非超過確率 10%에 해당하는 7日 渴水量을 말하며 보통 3가지 渴水量中 가장 작은 값을 갖는다. 本 論文에서는 하천의 개발이 이루어지지 않은 상태인 自然狀態下의 平均渴水量을 산정하고자 流域의 5개 주요지점중 대청댐 방류량의 영향을 받는 규암과 공주지점에 대해 대청댐 建設前과 建設後로 나누어 平均갈수량을 산정하였다.

그러므로 댐·상류인 용담과 수통, 지류인 석화지

점은 全期間에 대해 산정하였으며 그 결과는 표 3.4에 나타내었다.

표 3.4 각 지점의 평균 갈수량 (단위:m³/sec)

지점 기간	규 압	공 주	석 화	수 통	용 담
댐 건설전 (70~79)	39.88	33.39	-	-	-
댐 건설후 (80~89)	63.16	34.25	-	-	-
전 기간 (70~89)	51.51	33.82	10.56	12.64	3.25

4. 環境保存流量 算定

水質側面에서 錦江 水系의 주요 水位標地點의 水質保全流量을 산정하기 위해 錦江流域 5개 水位標 지점중 용담과 수통은 금강 상류에 위치하여 특별한 汚染源이 없을 것으로 판단되어 水質保全流量의 算定이 불필요하다고 판단되고, 석화지점은 支流이므로 本節의 分析에서는 제외하였다.

本 章에서는 대청댐 下流의 水位標地點을 중심으로 기존에 측정된 水質資料를 수집하여 汚染負荷量을 결정하고, 결정된 汚染負荷量으로부터 장래 水質을 예측하고자 한다.

4.1 汚染負荷量 決定

(1) 既存 水質調査資料

대청댐 下流 水位標地點에 대해 國立環境研究院²⁾의 “全國 主要河川 基礎調査”와 環境廳의 “西南海圈 環境保全 綜合計劃事業 水質保全部門 報告書³⁾¹⁾”의 實測資料를 이용하여 水質現況의 자료로서 표 4.1에 나타냈다.

표 4.1 금강유역의 기존 수질측정자료 (단위:mg/l)

수질 지점	DO		BOD		현행수질기준		
	범위	평균	범위	평균	등급	DO	BOD
대청교	10.9-12.5	11.8	0.7-1.9	1.5	I	7.5이상	1이하
공 주	8.8-11.7	10.6	0.5-13.0	11.5	III	5이상	6이하
규 압	8.4-12.8	10.8	1.8-2.9	2.4	II	5이상	3이하

*4회(86. 1. 3. 4. 5월)조사 결과

공주지점에서는 BOD가 11.5 mg/l로 악화되는데 이것은 청주시 및 대전시의 家庭下水, 工場廢水등의 都市下水가 放流되는 미호천과 갑천이 流入되는 까닭이라고 판단된다.

하류에 이르는 규암지점에서는 流路延長도 길고 自淨能力의 충분한 발휘와 특별한 汚染負荷量의 유입이 없기 때문에 水質은 다시 회복되어 BOD가 평균 2.4 mg/l로 개선되었다.

대체로 錦江 本流의 수질현황은 악화된 수질은 다시 회복되는 과정이 반복되고 있으나 대전시의 하수종말처리장 및 청주공단 폐수처리장이 준공될 경우에는 비교적 양호한 수질을 유지할 것이라고 판단된다.

(2) 用水 現況

대상유역의 用水現況은 건설부의 “水資源 長期 綜合開發基本 計劃²⁾³⁾”을 이용하여 推定하였으며 현재 및 장래의 用水推定量은 표 4.2에 나타냈다.

표 4.2 금강유역의 용수추정량 (단위:10⁶m³/year)

구분	년도			
	1989	1991	1996	2001
가정용수	423	482	596	684
공업용수	190	223	307	405
농업용수	2138	2175	2268	2334

(3) 汚染負荷量 決定

하천수질에 영향을 미치는 수질 汚染源으로는 일반적으로 家庭下水, 工場廢水, 鑛山廢水, 畜産廢水 등의 點汚染源과 都市下水 流出水, 農耕地 雨水 流出水, 埋立地 浸出水, 自然綠地 排水등의 非點汚染源으로 구분되며 이중 하천수질 汚染源으로는 點汚染源인 家庭下水 및 工場廢水를 포함한 都市下水가 대부분을 차지한다. 本 論文에서는 이러한 汚染源의 現況과 排出量을 근거로 현재 및 장래의 負荷量을 산정하고, 장래 수질예측을 위한 모델링 입력자료로 활용하고자 한다.

① 家庭下水

가정 잡배수 및 분뇨정화조 유출수 등의 가정하수와 영업하수, 공공시설에서 배출되는 하수까지를 포함하는 生活下水를 家庭下水의 개념으로 하여 대상

유역의 현재 및 장래의 家庭下水量 및 BOD負荷량을 算出하여 表 4.3에 수록하였다.

표 4.3 금강유역의 가정하수량과 BOD 부하량

년도 구분	1989	1991	1996	2001
가정하수량 (m ³ /day)	607,732.8	657,203.1	810,367.7	978,766.1
BOD부하량 (kg/day)	126,536.5	136,874.2	171,103.5	206,041.8

② 工場廢水

현재 산정된 工場廢水量(1989)은 148,818.2 m³/day, BOD 汚染負荷량은 23,638.6 kg/day이다.

장래 工場廢水量은 廢水量과 가장 밀접한 관계가 있는 用水量과의 관계를 이용하여 얻었으며 그 결과로 본 유역의 1989년을 기준으로 한 用水量 增加比率는 表 4.4와 같으며 산정된 廢水量을 工業用水量 增加比率로 증가시켜 將來值를 구하였다.

표 4.4 금강유역의 工業用水量과 그 증가비율.

(단위: 10⁶*m³/year)

년도 구분	1989	1991	1996	2001
工業用水量	168.1	183.8	206.1	231.1
증가비율	1.00	1.09	1.23	1.37

③ 汚染源別 汚染負荷量

河川水質에 영향을 미치는 汚染源 중에서 質的, 量的으로 현저함을 나타내는 點汚染源에 대한 현재 및 將來 汚染負荷 發生量, 특히 河川水質의 指標項目인 BOD負荷량을 산정하였다. 이 중에서 家庭下水와 工場廢水에 대한 下水量 및 BOD 汚染負荷량의 산정은 表 4.3과 表 4.4의 자료로서 얻어진 결과를 表 4.5에 나타내었으며, 工場廢水의 BOD負荷량은 현재 각 지역별로 규정된 防止施設에 대한 排出許容基準을 적용하여 1991년까지는 시설개선이나 효율적인 유지관리로 모두 排出許容 基準值 이내로 도달하는 것으로 假定하고 산정하였다.

4.2 將來 水質豫測

표 4.5 금강유역의 점오염원 오염부하량

년도 항목	1989		1991		1996		2001	
	하. 폐수 량(10 ⁶ × m ³ /day)	BOD (ton/ day)	하. 폐수 량(10 ⁶ × m ³ /day)	BOD (ton/ day)	하. 폐수 량(10 ⁶ × m ³ /day)	BOD (ton/ day)	하. 폐수 량(10 ⁶ × m ³ /day)	BOD (ton/ day)
점오염원	608	127	657	137	810	171	979	206
가정하수	148	14	162	13.5	182	29	204	17
공장폐수								
계	756	141	819	150.5	992	200	1183	223

本節에서는 4.1節에서 산출한 汚染負荷량과 本論文에서 선정된 수질모형을 이용하여 장래 수질을 예측하였다.

하천 수질모형으로는 QUAL2E 모형을 이용하여 대청댐 하류에서부터 금강하구둑 까지 약 136.0 km 구간의 水質을 예측하였으며, 예측된 장래 수질은 河川水質指標로 주로 사용되고 있는 BOD를 기준으로 環境基準值와 비교하여 각 水位標地點에서의 適正 水質保全流量을 算定하였다.

(1) 入力資料 作成 및 모형 補正

수질 모델링은 대청댐 금강하구둑 까지로 하여 분석하고 모델링 수질항목은 하천수질 평가에 많이 이용되는 生化學的 酸素要求量(BOD), 溶存酸素(DO)의 두 項目으로 설정하였으며, 本流로 流入되는 支川の 將來流量 및 水質은 結果值에 직접적인 영향을 미치므로 錦江本流 區間의 支川の 將來流量을 과거에 실측된 자료를 이용하여 用水供給量에 回收率을 이용하여 算定하였으며, 支川の 將來水質은 流入汚染負荷량과 支川の 將來流量을 이용하여 算出하였고 分析區間의 最上流部(Headwater)인 댐 放流水는 현재 算出된 湧水量과 현재 水質이 장래에도 그대로 유지한다고 假定하였다.

① 하천 모식도

하천의 해석 연장은 136 km이며 유입지천은 5개, 취수원은 10개로 점오염원은 15개이다. Fig. 4.1은 분석구간의 모식도를 나타낸 것이며 수치는 하류로부터의 거리를 km로 나타낸 것이다.

② 入力資料 作成

입력자료는 항목별로 모형에서 요구는 工學的으로 타당하며 하천특성에 적합하고 水質 및 水理等 기준

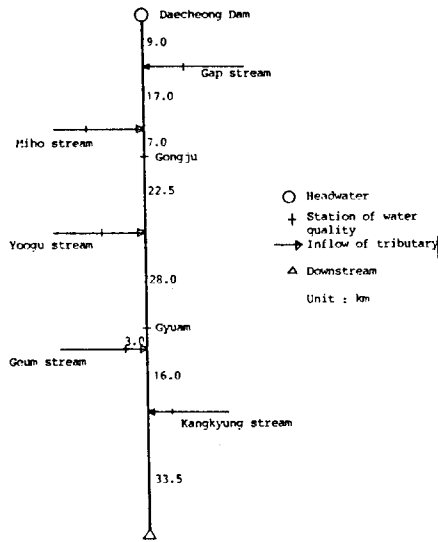


Fig. 4.1 Discretized diagram in the Geum river.

자료의 可用性등을 고려하여야 신뢰성있는 수질예측 결과를 얻을 수 있다.

大區間數 및 區間 間隔은 수리모델링을 실시한후에 河川의 水理學의 특성을 파악하고 汚染源의 流入地點과 流入量을 고려하고 반응계수와 수질 실측조사지점을 검토하여 보정의 신뢰도를 높일수 있도록 하였으며 이에 상응하는 각 대구간(Reach)내의 소구간수(Element)도 정하여진다. 대청댐 금강하구둑까지 대구간수는 20개 소구간수는 136개로 정하였고 소구간길이는 1km로 하였다.

水質資料는 각 하천구간마다 일부구간의 河床이 정비되어 있지않기 때문에 流量係數法을 적용하였으며 각 계수들은 수리모델링을 통하여 얻어진 流量, 流速 및 水深資料의 Log값에 대한 回歸分析을 통하여 정하였다.

點汚染源은 가능한 모든 支川들을 포함하여 작은 支川들을 非點汚染源으로 간주함으로써 발생하는 오차를 축소시켜 모델링의 정도를 높이도록 하였다.

(2) 將來 水質豫測

각 구간의 장래수질예측은 앞에서 선정한 수질모

형을 이용하여 소구간(Element)단위로 장래수질을 예측하였다. 本 論文에서는 環境保全流量을 구성하는 기능 중에서 水質保全流量을 산정하는 것이 주요 研究目的이므로 水位標地點을 중심으로 장래의 水質 汚染度를 검토하였고, 수질개선의 효과는 대청댐 방류량 증가에 의한 경우만 검토 하였으며 예측된 장래수질은 環境 기준치와 비교 검토하였다.

① 現在 및 將來水質豫測

대청댐 日平均放流量 資料(1981-1989)를 流況分析하여 10年 頻度 濁水量으로 放流할 경우 下流에서의 取水가 이루어지지 않기 때문에 물수지를 만족하고, 河川流量狀態가 惡化되었을때를 기준으로 하여 장래수질을 예측하므로 濁水量을 15 m³/sec로 방류할 경우 BOD와 DO를 simulation하여 현재 및 장래수질을 표 4.6에 나타냈다. 표에 나타난 것과 같이 1989년도의 공주지점은 BOD가 10.71 mg/l로 現行水質基準 3等級과 비교해 볼때 상당히 汚染이 심한 경우이고, 규암지점 역시 BOD가 3.59 mg/l로 現行水質基準 2等級의 水質을 維持하지 못하고 있다. 그러나 1991년 부터 대전과 청주에 하수종말 처리장이 건설되어 운영되므로 現行水質基準에 적합한 水質을 유지하고 있을 것으로 판단되고, 2001년에는 공주와 규암 모두 2等級 水質을 維持할 것으로 예측되어 지점별 년도별로 나타내면 Fig. 4.2와 Fig. 4.3에 圖示한 것과 같다.

표 4.6 수질예측결과. (단위:mg/l)

수질항목	년 도	공 주	규 암
DO	1989	7.42	7.66
	1991	7.92	7.88
	1996	7.96	7.88
	2001	8.15	7.93
BOD	1989	10.71	3.59
	1991	3.63	2.20
	1996	3.28	1.67
	2001	2.38	1.22

표 4.7은 대청댐의 日平均放流量資料를 流況分析한 結果이며 Fig. 4.4는 流況曲線(flow duration curves)을 나타낸 것이다.

② 대청댐 放流量 增加에 따른 將來水質 豫測

앞에서 언급한 모형 QUAL2E를 이용하여 대청댐

표 4-7. 대청댐 일평균방류량 유황분석. (단위:m³/sec)

유황 년도	갈수량	저수량	평수량	홍수량
1981	7.2	30.1	66.6	109.8
1982	3.0	15.2	30.5	52.8
1983	4.3	16.3	62.6	118.0
1984	5.3	12.1	27.6	60.5
1985	10.4	29.9	91.9	164.7
1986	24.6	57.6	80.4	133.6
1987	36.0	40.0	70.0	102.8
1988	7.0	27.0	35.0	50.0
1989	7.0	25.0	40.2	105.0

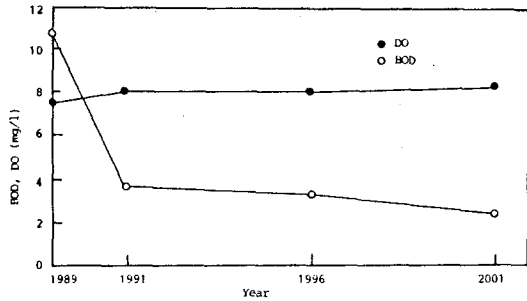


Fig. 4.2 Estimation of water quality in Gongju.

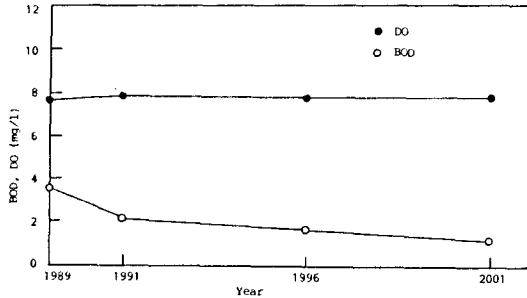


Fig. 4.3 Estimation of water quality in Gyuam.

放流量을 증가시켰을때 공주, 규암수위표지점의 水質豫測結果는 표 4.8과 4.9와 같다. Fig. 4.5와 4.6은 그 結果値를 圖示한 것이다.

표 4.8 대청댐 방류량 증가시 공주지점의 수질예측 결과. (단위:m³/sec, mg/l)

수질 항목	방류량 년도	20	25	30	35	40	50
		DO	1991	8.00	8.05	8.09	8.13
	1996	8.04	8.09	8.13	8.16	8.18	8.21
	2001	8.20	8.20	8.25	8.27	8.29	8.30
BOD	1991	3.30	3.06	2.88	2.74	2.63	2.46
	1996	3.00	2.79	2.64	2.52	2.43	2.29
	2001	2.25	2.16	2.13	2.03	1.99	1.96

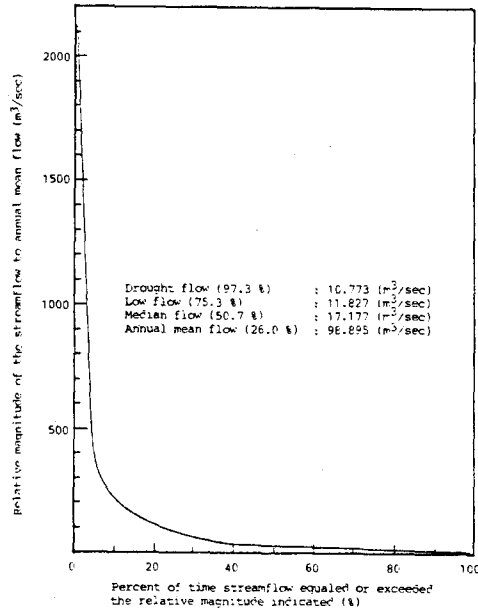


Fig. 4.4 Flow duration curve in Daechong Dam.

표 4.9 대청댐 방류량 증가시 규암지점의 수질예측 결과. (단위:m³/sec, mg/l)

수질 항목	방류량 년도	20	25	30	35	40	50
		DO	1991	7.96	8.03	8.08	8.13
	1996	7.97	8.04	8.09	8.14	8.17	8.23
	2001	8.02	8.08	8.13	8.18	8.21	8.27
BOD	1991	1.86	1.66	1.52	1.42	1.35	1.24
	1996	1.46	1.34	1.25	1.19	1.15	1.08
	2001	1.08	1.00	0.95	0.92	0.89	0.86

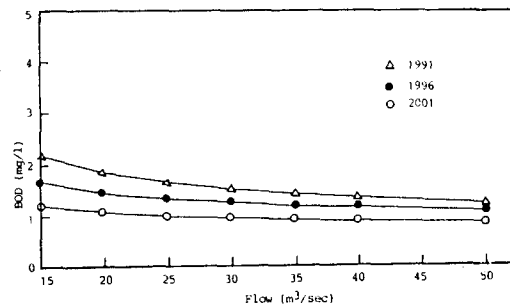


Fig. 4.5 Estimation of water quality to increased outlet flow of Daechong Dam in Gongju station.

(3) 適正水質保全 流量 算定

이제까지의 研究 結果를 바탕으로 각 地點別 適正 水質保全流量을 제시해 보면 표 4.10과 같다.

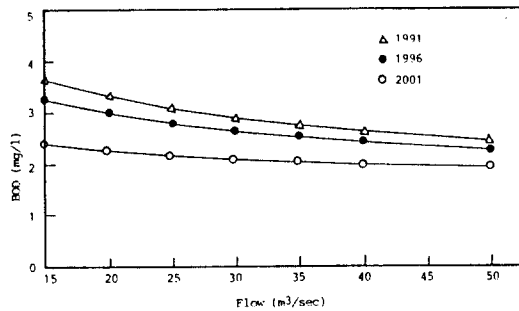


표 4.10 적정수질보존유량. (단위:m³/sec)

지점	년도	1991	1996	2001
공주		19.89	20.59	22.00
규암		19.01	19.61	20.11

표 4.11 각 지점의 하천유지유량 (Unit:m³/sec)

유량 지점	평균갈수량	환경보존유량	하천유지유량	비고		
용담	2.25	수질보전측면에서 불필요	2.24	범상류		
수봉	12.64	수질보전측면에서 불필요	12.63	범상류		
석화	10.56	측정자표미비	-	지류		
공주	33.82	1991	19.89	1991	33.82	범하류
		1996	20.59	1996	33.82	
		2001	22.00	2001	33.82	
규암	51.51	1991	19.01	1991	51.51	범하류
		1996	19.61	1991	51.51	
		2001	20.11	2001	51.51	

공주지점의 경우 환경기준달성을 위한 將來水質保全流量은 1991년에 19.89 m³/sec, 1996년에 20.59 m³/sec, 2001년에 22.00 m³/sec로 산출되었다. 이것은 하수처리장이 건설되어 가동되고 대청댐에서 2001년에 15.00 m³/sec를 방류한다면 방류된 유량은 取水 및 支川水 流入等 물수지에 의해 공주 수위 표지점에 이르러서는 22.00 m³/sec가 되며 이때의 수질은 BOD 2.38 mg/l로 예측되어 環境水質基準 等級 2等級을 만족할수 있다.

규암지점은 1991년에 19.01 m³/sec, 1996년에 19.61 m³/sec, 2001년에 20.11 m³/sec로 산출되어 비교적 만족한 결과를 기대할 수 있었다.

4.3 河川維持流量 決定

本 연구에서는 2章에서 定義한 개념에 의해 3章에

서 算定된 平均渴水量과 4장에서 산정한 環境保存流量을 비교하여 큰 값을 河川維持流量으로 결정하였으며, 그 결과는 표 4.11과 같다.

5. 結論

本 論文은 錦江流域의 本流 4개 地點과 支流 1개 地點에 대해 河川維持流量을 算定하기 위하여 渴水量에 대한 概念으로 平均渴水量을 구하였고, QUAL2E 모형을 이용하여 環境保存流量의 概念中 水質保全流量을 算定하였으며, 河川維持流量 決定은 平均渴水量과 環境保存流量中 큰 값으로 決定하였다. 이들의 分析結果를 정리하면 다음과 같다.

1. 渴水量 算定에서 渴水量中 가장 큰 값을 가지는 平均渴水量으로 算定하는 것이 供給側面에서 가장 效果的이라고 판단되었다.

2. 水質保全流量 算定에서 QUAL2E 모형을 이용하므로 將來 水質豫測 및 水質改善을 위한 모형로 適合性이 인정되었으며, 需要側面에서 水質保全流量을 算定할 수 있었다.

3. 錦江 下流地域인 공주와 규암지점의 平均渴水量과 水質保全流量을 算定하여 비교한 결과 공주지점과 규암지점의 河川維持流量은 環境保全流量보다 큰 값인 平均渴水量으로 算定되어 錦江 下流의 河川維持流量은 平均渴水量이 適合한 것으로 판단되었다.

4. 河川維持流量의 概念變化 및 要求에 부합하기 위하여 河川維持流量의 概念轉換이 要求된다.

5. 大部分의 流量은 洪水時에 測定된 水位 - 流量 關係 曲線式으로 日水位를 流量으로 換算하여 사용하고 있으므로 渴水時에 적용할 경우 渴水量 資料가 없어 좋은 결과를 기대하기 어렵다.

參考文獻

1. American Society of Agricultural Engineers(1986) *Water Resources Law*, Proceedings of the National Symposium on Water Resources Law.
2. Anderson, R. L(1982) *Conflict between Establishment of Instream Flows and Other Water Uses on Western Streams*, Water Resources Bulletin, Vol. 18(1). PP.61 65.

3. Cox, W. E (1982) *Water Law Primer*, Vol. 108(WR1). PP. 107 121.
4. Dingman, S. L., (1978) *Planning Level Estimates of the Value of Resources for Water Supply and Flow Augmentation in New Hampshire*, Water Resources Bulletin, American Water Resources Association.
5. Dixon, W. D. & W. E. Cox (1985) *Minimum Flow Protection in Riparian States*, Journal of Water Resources Planning and Management, Vol. 111, (2). PP. 149 156.
6. EPA (1985) *Computer Program Documentation for the Enhanced Stream Water Quality Model QUAL2E*, EPA/600/3-85/065.
7. Fish and Wildlife Service, (1976) *Methodology for Determination of Stream Resource Flow Requirements: An Assessment*, Office of Biological services, Western Water Allocation, Utah State University, Logan, Utah.
8. Goodman, A. S., (1984) *Principles of Water Resources Planning*, Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs. N. J.,
9. Montana Board of Natural Resources and Conservation, (1978) *Order of Board of Natural Resources Establishing Water Reservations-Issued Pursuant to Section 85-2-36-MCA*, Montana Department of Natural Resources and Conservation, Helena, Montana.
10. Morton, F. I., (1983) *Operational Estimates of Areal Evapotranspiration and Their Significance to the Science and Practice of Hydrology*, Journal of Hydrology, 66.
11. Peterson, M. S., (1984) *Water Resource Planning and Development*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.
12. Thomas, J. L. and D. Klarich (1981) *Montana's Experience in Reserving Yellowstone River Water for Instream Beneficial Uses the Reservation Decision*, Water Resources Bulletin Vol. 17(2). PP. 255 ~ 261.
13. 건설기술연구원 (1990) "한강하천유지유량조사연구보고서".
14. 건설부 (1966) "수자원 종합개발 10 개년 계획".
15. 건설부 (1971) "한강유역조사사업보고서".
16. 건설부 (1971 1972) "금강유역조사보고서".
17. 건설부 (1972) "낙동강 하천정비기본계획".
18. 건설부 (1973) "영산강 유역개발지원 및 섬진강 유역조사보고서".
19. 건설부 (1974) "금강하천정비기본계획보고서".
20. 건설부 (1976) "수자원 개발 조사년보". 제 7권.
21. 건설부 (1981) "낙동강 하천정비기본계획".
22. 건설부 (1985) "금강하천정비 기본계획보고서 (갑천, 유등천)".
23. 건설부 (1985) "수자원 장기 종합개발계획 (1981 - 2001)".
24. 건설부 (1986) "한강 하천정비기본계획 (중랑천, 공룡천)".
25. 건설부 (1970 1989) "한국수문조사년보".
26. 건설부 (1983 1989) "홍수량측정조사보고서".
27. 건설성 하천국 (1986) "하천의 유지유량 산정 방법에 관한 연구". 한일 하천 및 수자원 개발 기술 협력회의 자료 (9회).
28. 국립환경연구원 (1983) "전국 주요 하천 기초조사".
29. 국토개발연구원 (1986) "수질보전을 위한 하천유지용수의 적정량 산정에 관한 연구".
30. 국토개발연구원 (1988) "하천유지용수의 수급에 관한 연구".
31. 산업기지개발공사/NEDECO (1982) "남한강 주운계획 예비타당성 조사기술 보고서".
32. 이성재 (1986) "하천의 유지용수량 산정방식에 관한 연구". 한국수문학회지, 제 19권 2호. PP. 94 ~ 98 .
33. 환경청 (1986) "서남해권 환경보전 종합계획사업 수질보전부문 보고서".