

하천에 있어서의 관리유량

김형렬 (건설교통부 건설지원실 수자원정책과)

1. 머릿말

'94년초 낙동강에서 수질이상현상이 2개월여간 계속되어 낙동강유역 주민들이 음용수 파동을 겪으면서 수질문제가 사회적 이슈로 등장하였다. 이에 대한 대책으로 안동 및 합천댐에서 약 3억5천톤의 귀중한 수자원을 상당기간동안 방류함에 따라 초기에는 오염물질을 희석시키고 세척하는 효과를 거두었으나, 이로 인하여 이듬해에는 가뭄과 연결되어 극심한 물부족 현상을 겪었다. 이를 계기로 수량과 수질의 상관관계에 대한 사회적 관심이 고조됨에 따라 정부에서는 물관리업무를 부처별로 역할분담 시켜 건교부는 수량업무, 환경부는 수질업무를 전담키로 하고 부처간의 업무협조를 강화해 나가기로 하였다. 이에 따라 하천관리자는 기존의 하천의 기능, 즉 이수 및 치수관리에 역점을 두면서, '90년대 부터 대두되고 있는 자연친화적 하천환경조성에 역점을 두어야 하는 시기에 도달하였다.

이에 따라 본 논고에서는 먼저 우리나라의 수자원 특성을 파악하고, 둘째로 기존의 전통적인 하천의 기능이외에 하천관리자가 고려하여야 하는 환경(또는 친수)기능들과 이 기능들의 특성을 언급하고자 한다. 마지막으로 하천이 이러한 기능들을 원활히 유지하여 하천다운 하천이 되기 위하여는 유량이 필수적인 바, 이에 대한 관리유량의 확보 방안을 기술하고자 한다.

2. 우리나라의 수자원 특성

우리나라의 전국토면적 99,450km²에 내리는 년평

균 강수량은 1,274mm로 세계평균 강수량 973mm의 1.3배에 이른다. 인구의 과밀로 인하여 1인당 강수량은 2,900m³/년으로 일본의 56%, 세계평균의 11% 수준에 불과한 실정으로 UN 국제인구행동연구소의 발표에 따르면 『물압박(Water-stressed)국가』에 해당(한국수자원공사,1997)된다. 더군다나, 강수량의 변화의 폭이 커 갈수년에는 연평균강수량이 754mm이고, 풍수년에는 1,683mm이다. 계절별로도 년강수량의 2/3가 우기인 6월부터 9월에 집중되어 있어 여름철에는 홍수, 겨울과 봄철에는 가뭄이 빈발하는 열악한 수자원여건을 지니고 있다. 지역별로도 제주도와 남부해안지방은 다우지역으로 년강수량이 1,500mm이상이나, 경북내륙지방은 1,000mm미만의 강수량으로 지역별로도 큰 차이를 나타내고 있다.

또한, 기준지점에서의 최대유량과 최소유량과의 비를 나타내는 하상계수가 300~400정도로 하상경사가 급하여 홍수가 일시에 유출되고 있는 실정이다. 댐즈강은 8, 라인강은 16의 하상계수를 지니고 있다. 따라서, 우리나라는 다목적댐을 건설하여 여름철에는 홍수조절을 하면서 물을 저장하고 비홍수기에는 댐 및 광역상수도를 통하여 확보된 물을 지역적으로 고르게 배분하는 수자원 관리에 중점을 두어 왔다.

우리나라의 수자원총량은 강수량을 기준으로 할 때 연간 1,267억톤이나, 이중 대부분이 바다로 유출되거나 증발산되어 버리는 관계로 실제로 이용하고 있는 양은 24%인 301억톤에 불과한 실정이다. 용도별 이용량은 생활용수로 62억톤(21%), 공업용수로 26억톤(8%), 농업용수로 149억톤(50%), 유지용수로 64억톤(21%)을 이용하고 있으며, 수원별 공급량은 하

천수로 부터가 172억톤(53%), 지하수로 부터가 26억톤(8%), 댐으로 부터는 126억톤(39%)이다.

그동안 다목적댐과 광역상수도를 지속적으로 건설해 온 결과 총량면에서는 7.7%의 여유량을 보이고 있으나, 2000년대에는 국민생활수준의 향상과 도시화 및 산업화의 진전에 따라 용수수요도 2011년의 경우 '94년보다 66억톤이 늘어난 367억톤에 이를 전망이다. 이에 따라 '99년까지 건설중인 6개댐을 계획대로 완공하고 2011년까지 30~40개의 신규댐을 건설하여 용수예비율을 8.5%로 증대시킬 계획이다.

그러나, 댐개발적지의 소진과 수물지역주민들의 반발 및 지역 이기주의로 댐건설이 갈수록 어려워지고 있으며, 또한 저렴한 물값은 물의 과소비로 연결되어 수질오염을 가중시키며 환경기초시설의 부족, 비점오염원의 확대 등으로 인하여 하천의 수질은 날로 악화되어 가고 있어, 이에 대한 대책으로 수량확보만을 고집하는 단순 시각도 대두되고 있는 실정이다.

이에 따라 제3장에서는 수질뿐만 아니라 하천이 하천으로서 지녀야 하는 전반적인 기능들에 대하여 기술하고자 한다.

3. 하천에 있어서의 관리유량

3.1 하천의 기능

기존의 하천에 대하여는 치수 및 이수를 중심으로 하천관리가 이루어져 왔으나, '90년대 고도 경제성장과 도시화, 산업화에 따라 환경문제가 사회적 관심사로 대두되었다. 이에 따라 하천에 있어서도 환경(環境) 또는 친수(親水)라는 기능을 고려하여야 한다는 인식이 확산되기 시작하였다. 친수라는 기능은 하천이 지니고 있는 하천 고유의 다양성을 인간이 인식하고 존중하면서 그 다양성이 인간과 공유될 수 있도록 하천관리를 행하고자 하는 기능이다. 1992년 리우에서 개최된 UN환경개발회의에서 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발(Environmentally sound and sustainable development : ESSD)의 구현을 위한 기본규범으로써 "리우선언"이 채택되었고, 그 구체적인 실천과제로 "AGENDA 21"이 채택되었다.

AGENDA 21의 제15조에는 생물다양성의 보존을 위한 이행과제가 포함되어 있다.

따라서, 향후의 하천관리는 인간중심의 하천관리, 즉 인간의 활동장소로서의 하천관리가 아니라, 하천이 내포하고 있는 자연성과 생물의 다양성을 존중하면서 인간과 생물이 공존할 수 있는 환경조성으로 하천관리가 이루어져야 하겠다. 즉, 생물에 대하여는 윤택한 서식환경의 조성, 인간에 대하여는 친수성을 느낄 수 있는 하천환경의 조성에 힘써야 하겠다.

3.2 관리유량

하천이 하천으로서의 모습을 갖추기 위하여는 상류로부터의 유량이 필수적임은 두말할 나위가 없다. 이 기능들을 유지하기 위하여 필요한 유량을 관리유량이라고 하는 바, 관리유량(管理流量)은 주운, 어업, 경관, 염해의 방지, 하구폐쇄의 방지, 하천관리시설의 보호, 지하수위의 유지, 동식물의 보호, 유수의 청결 유지(수질) 등 9개의 기능들을 종합적으로 고려하여 갈수시에도 이들 기능의 유지가 가능토록 확보되어야 하는 유지유량(維持流量)과 유지유량을 고려하는 기준점이하의 하류지역에 있어서 유수의 점용허가를 득한 이수유량(利水流量), 양쪽을 동시에 만족하는 유량을 말하나, 반드시 단순 합(合)의 의미가 아니고 각 하천별로 지류의 유입량 및 취수량등을 충분히 감안하여 유수의 정상적인 기능을 유지할 수 있는 유량이면 충분하다 할 수 있겠다(일본건설성하천국,1994).

그림 1은 해당하천에 있어서 관리유량을 산정하는 흐름도를 나타내고 있다. 첫 번째 단계로서 하천의 환경 파악은 5가지의 고려항목이 있다. 하천유황은 유량 관측지점 및 지점별 유황 등을 의미하며, 하도물수지는 지류로부터의 유입량, 유수점용에 의한 이수유량, 회귀수 등을 이용한 물수지분석을 나타낸다. 하도상황은 하천의 주변지형, 하상구배, 주요 수리구조물, 여울과 소의 분포상황 등을 나타내며, 자연환경은 하천의 수질현황, 서식하고 있는 어류 및 동식물 등의 상황을, 사회환경이란 인간의 레크리에이션 활동, 지하수 이용상황, 관광 및 명승고적지의 유무 등의 파악을 의미한다.

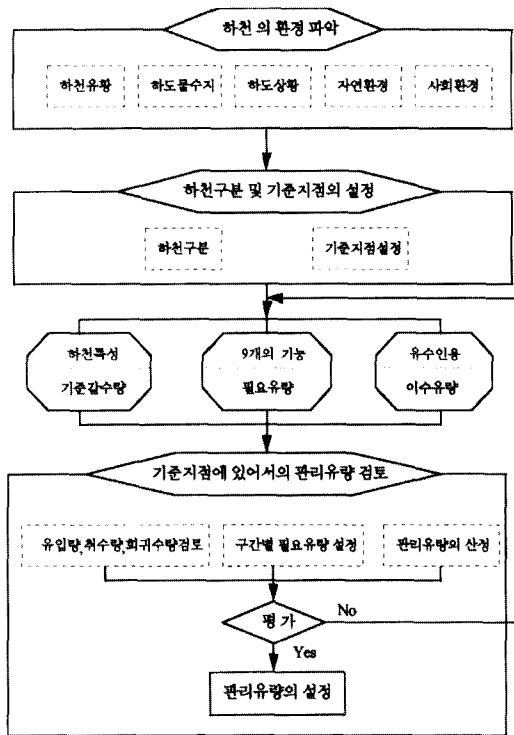


그림 1. 해당하천에 있어서 관리유량을 산정하는 흐름도

하천구분 및 기준지점의 설정단계에 있어서 하천구분이란, 본디 하천은 인위적 및 자연적 요인에 의하여 중형단방향으로 불규칙하게 변동하고 있는 유기물과 같은 존재이므로 보다 현실적인 관리유량을 파악하기 위하여는 하천의 종단적 특성을 감안하여 여러 개의 구간으로 구분하여 관리유량을 설정하는 것이 바람직하며, 기준지점의 설정은 하천의 저수관리상 기준이 되는 지점으로 해당하천의 유황을 대표하는 지점을 설정하면 된다.

하천유지유량산정요령(안)(건교부, 1997)에 따르면, 유지유량은 하천의 9개 기능들을 개별적으로 만족하는 모든 필요유량과 기준갈수량과의 최대치를 선정토록 되어 있다. 그러나, 유지유량을 산정할 경우에는 모든 대상 하천에 대하여 9개의 기능을 전부 고려할 필요는 없다. 유역의 특성과 향후 유역 및 하천의 개발계획등을 감안하여 필요한 기능들에 대한 유지유량만을 감안하여 산정하면 되겠다.

관리유량은 이렇게 산정된 유지유량에 이수유량을 감안하여 설정한다. 9개의 기능들에 대한 유지유량의 산정방법은 다음과 같다.

3.2.1 주운

선박의 흘수와 여유심을 더한 최소한의 필요수심이 확보되는 유량을 주운에 대한 유지유량이라 한다. 이를 산정하기 위하여는 운항선박, 어항 및 하도의 실태 조사를 하여야 하며 장래의 하도정비계획과 운항계획 등도 파악할 필요가 있다.

3.2.2 어업 및 동식물의 보호

어업 및 동식물의 보호를 위하여 필요한 유량이라 함은 하천의 생태계에 있어서 생물의 다양성을 보장하기 위한 최적의 서식환경 조성에 그 목적이 있는 바, 이를 분석하기 위한 대표 생물로서는 일반적으로 어류를 선택한다.

대표생물을 선택하는 기준(玉井, 1996)으로는 i) 사회적 관심이 높고 상징성이 높은 종(種)을 선택하는 경우, ii) 특정의 환경을 요구하는 환경지표성이 높은 종을 선택하는 경우, iii) 생물군집중에서 중요성에 착안하여 keystone종을 선택하는 경우, iv) 멸종의 위험성이 있거나 회소성이 높은 종을 선택하는 경우, v) 먹이사슬의 상위에 존재하면서 생식면적이 넓은 종을 선택하는 경우 등이 있다. 어류는 하천에 있어서 먹이사슬의 상위에 존재하면서 낚시 등과 같이 사회적 관심이 높으므로 대표생물로서 선택된다.

어류의 서식을 위하여 확보하여야 하는 수리조건(수심, 유속등)을 만족하는 유량을 어업 및 동식물의 보호를 위한 유량이라 하며, 유량과 어류의 서식환경과의 평가는 일반적으로 IFIM, HQI, Tennant방법 등이 이용되어 지고 있다. 이 유량이 확보되어 지면, 다른 생물들에 대하여는 자연히 쾌적한 서식환경의 조성이 가능하다고 본다.

3.2.3 경관

하천에 있어서 주요경관을 유지하기 위하여 하천이 확보하여야 하는 수리조건(수면폭, 유속등)을 만족하

는 유량을 경관에 대한 유지유량이라 한다. 여기서 경관이라 함은 인간이 하천을 바라볼 때 느끼는 심리상태로 이에 대한 유지유량을 산정할 경우에는 바라보는 시점(視點)의 설정이 선행되어야 한다.

양호한 하천경관을 유지하기 위하여 필요한 유지유량을 산정할 때에는 우선 검토지점(시점)에서의 흐름의 특성을 파악하고, 그 지점에서 하천경관에 대한 최적의 이미지를 설정한 후, 흐름의 특성과 하천경관의 이미지와의 상관관계로 부터 최적의 수리조건을 결정한다. 이 수리조건을 만족하는 유량을 경관에 대한 유지유량으로 결정한다. 이때 이용되는 방법으로는 외관상의 하천폭(W)과 수면폭(W)과의 비를 이용하기도 한다. 하천에 있어서의 외관상 W/B와 유량감(流量感)에 대하여 하천실무자를 대상으로 한 설문조사에 따르면 $W/B \geq 0.2$ 이상일 경우를 만족하는 유량에 대하여는 불만족이 없다는 결과가 나왔다(清水, 1991).

시점, 즉 검토지점을 결정하기 위하여는 i) 대상하천에 있어서 전통적인 경관을 지니고 있는 장소로서 명승고적지, ii) 인간이 자주 방문하는 장소로서 산책과 레크리에이션활동 등을 위하여 인간이 자주 이용하는 장소, iii) 유량의 변동에 따라 경관의 변화가 큰 장소로서 폭포가 있다든지 사주(砂州)의 발달이 용이한 장소등을 고려할 수 있다(清水, 1991).

3.2.4 염해의 방지

염수의 소상(遡上)에 의해 용수 및 지하수의 염분농도가 상승하여 상수도 및 농어업활동등에 중대한 영향을 미치는 경우가 있다. 이에 대한 대책으로 하구에 하구둑이나 방조제를 설치한다든지 취수시설을 개량한다든지 하는 대책이 필요하나, 그러한 여건이 되지 못하는 하천에 대하여는 염수소상 및 취수시설의 실태조사와 이의 상관관계등을 고려하여 염수의 소상을 방지하기 위하여 필요한 수리조건을 만족하는 유량을 산정할 필요가 있다. 이러한 유량을 염해의 방지를 위한 유량이라 한다.

3.2.5 하구폐쇄의 방지

유량이 감소하면 토사가 하구에 퇴적하여 하구가 폐쇄되는 경우가 있다. 이를 방지하기 위하여 상류로부터 흘러 주어야 하는 유량을 하구폐쇄의 방지를 위한 유량이라고 하나, 홍수시 이외에는 유량의 손실이 막대하므로 이를 해결하기 위하여는 도류제 등 별도의 인공시설물을 설치하는 것이 바람직하다.

3.2.6 하천관리시설의 보호

하천유량의 감소에 따라 수위가 저하되어 목재로 된 시설물들이 부식되는 경우가 있다. 이에 대한 대책으로 유량을 증대시키기 보다는 하천관리시설의 재료, 구조 및 설계측면에서 개선대책을 찾는 것이 바람직하나, 이들 시설의 보호와 취수시설의 안정적 운영을 위하여 일정한 수심의 유지가 필요한 경우에는 이에 필요한 유량을 확보하여야 하는 바, 이를 하천관리시설의 보호를 위한 유량이라 한다.

3.2.7 지하수위의 유지

하천의 유량의 감소가 지하수위의 저하에 직접적으로 영향을 미치는 경우가 있다. 특히, 하천에서 대규모의 유수 인용이 이루어 질 경우에는 특히 주의를 하지 않으면 안된다. 연간 강수량이 상당량 보장되지 않는 지역에 대하여는 지반침하, 지하수의 수질악화 등을 방지하기 위하여 지하수의 이용실태, 하천수와 지하수와의 상관관계 등을 조사하여 적정량의 유량을 흘려주어야 하는 바, 이를 지하수위의 유지를 위한 유지유량이라 한다.

3.2.8 유수의 청결 유지(수질)

청결한 유수의 유지를 위하여 요구되는 유량을 유수의 청결 유지를 위한 유량이라 한다. 해당 하천의 수질현황을 근거로 유역의 오염원해석에 의한 오염부하량을 산출하고 주요 수질기준점에 있어서 원천적으로 수질환경기준을 만족할 수 있는 유량을 수질에 대한 유량이라 한다. 단, 해당 하천의 목표수질을 달성하기 위한 환경정비기본계획들의 차질없는 추진이 선행되어야 한다.

3.3 관리유량의 확보방안

하천에 있어서의 관리유량을 확보하는 방안은 크게 4가지로 대별하여, 수계내에서 확보하는 방안, 수계간 조절에 의해 확보하는 방안, 유역에 있어서의 배수 및 우수를 이용하여 확보하는 방안, 수리권의 조정에 의해 확보하는 방안 등이 있을 수 있다.

3.3.1 수계내의 유량조절에 의한 확보

대상 하천의 상류부에 댐을 건설하여 관리유량을 확보하는 방안으로 다목적댐은 물론, 농업용저수지, 발전전용댐 등의 건설시에도 하류부의 관리유량 확보 방안을 강구하여 댐건설을 추진하여야 할 것이다. 이에 따라, 건설교통부 이외에 농림부 및 통상산업부에서도 이에 대한 인식의 전환이 필요하며, 경우에 따라서는 관리유량만을 확보하기 위한 전용댐 건설도 검토할 필요가 있다.

3.3.2 수계간 유량조절에 의한 확보

유량이 풍부한 하천 또는 수계에서 유량이 열악한 하천으로 유량조절용 용수로를 설치하여 유량이 적은 하천에 관리유량을 흘려 주는 방안이다. 최근에는 지역간 물분쟁이 심화되고 있는 실정이므로 이를 실현하기 위하여는 두 수계에 대한 세밀한 유황조사와 동시에 지역주민들의 선진인식이 필요하다 하겠다.

3.3.3 유역에 있어서 배수 또는 우수를 이용하여 확보하는 방안

배수에 의해 관리유량을 확보하는 방안은 하수종말 처리장에서 나온 배수를 고도처리하여 하천의 상류부에 파이프를 이용·송수하므로써 관리유량을 확보하는 방안으로 이는 하류부의 수질개선은 물론 상류부의 관리유량확보도 가능하다.

우수를 이용하여 관리유량을 확보하는 방안은 우수 저류시설, 예를들면 대심도 저류지를 설치하여 홍수시의 유출을 억제하면서 평상시에는 유량의 증대를 도모하는 방안이다.

3.3.4 수리권조정에 의한 방안

수자원개발적지의 소진에 따라 중규모 다목적댐의 건설이 어려운 실정인 바, 관리유량이 확보되어 있지 않은 기존댐에 대하여는 발전수리권의 갱신시, 농업용수의 관행수리권 갱신시 수리권 변경을 통하여 관리유량을 확보하는 방안이다. 기존댐들은 신규댐에 비하여 저류량이 크기 때문에 기존댐으로 부터 관리유량을 확보할 경우 그 효과가 매우 크다고 할 수 있겠다. 일본에서는 1995년부터 맑고 풍부한 수량의 확보를 위하여 수환경개선사업의 일환으로 "기존댐의 유효활용, 농업용수 등의 순환이용에 의한 정상유량의 확보사업"이 추진중에 있다.

4. 맺은말

1910년대초 하천조사가 시작된 이래 약 90여년간 수자원에 대한 조사 및 개발사업이 끊임없이 추진됨에 따라 치수 및 이수 중심의 하천관리는 세계적인 수준에 도달하였다. 한국수자원공사는 중국 산서성의 유역조사사업 및 남태평양의 바누아투공화국의 수자원조사사업에 참여하고 있다.

따라서, 금후의 하천관리는 AGENDA 21의 정신에 부응하기 위하여 환경(친수)기능에 대한 인식의 전환 및 확산을 바탕으로 하여 하천이 하천으로서의 본래의 모습을 되찾을 수 있도록 수자원 및 하천에 대한 조사·개발·관리정책이 이루어져야 하겠다. (본논고의 내용은 건설교통부의 공식적인 견해와 다를 수도 있음) ●

<참고문헌>

건교부(1997). 하천유지유량산정요령(안).
한국수자원공사(1997). 숫자로 본 수자원.
玉井信行(1996). "하천기술은 환경윤리학에 어떻게 답할 것인가?", 일본토목전력, No.265, pp.3-10.

일본건설성하천국(1994). 정상유량검토의 입문서(안).
清水 裕(1991). "수환경관리를 위한 수량·수질의 목표치 설정기법" 제44회 일본건설성기술연구회보고, 토목기술자료33-4, pp.35-46.