

# 두만강 지역 수자원 이용관리 실태

김우구 (한국수자원공사 수자원연구소 소장)

## 1. 서론

두만강은 북한, 중국 및 러시아 3국 접경 공유하천이다. 유역면적의 2/3가 중국 延邊朝鮮族自治州(연변조선족자치주)에 속하고 백두산을 정점으로 대부분이 산악지역으로 이루어진 북한지역이 나머지를 차지하고 있으며, 러시아는 하구 습지지역의 극히 일부를 점하고 있다. 주 접경국인 북한과 중국이 수자원의 대부분을 이용하고 있으나 그중 중국의 이용이 절대적이라 할 수 있다.

이들 지역은 지정학적 이유 및 산업구조 여건상 발전이 미진하다. 90년대초 중국이 동북부지역의 산업거점 지역으로 연변조선족자치주에 속해 있고 러시아의 접경지역에 있는 琿春(훈춘)개발계획을 수립하여 추진하고 있으나 그 성과는 미미한 실정이다.

하천 및 유역관리 현황이 매우 열악한 실정으로 지역개발의 기초적 자료가 되는 수자원 이용에 관한 종합계획을 수립하지 못하고 있는 실정이다. 특히 이 지역에서 장래 두만강지역개발에 필요한 용수공급 계획은 훈춘으로 한정되어 있어 두만강 전체에 대한 수자원 개발·이용 및 하천수질관리, 수력발전소 건설 등 거시적, 광역적 수자원 평가의 미비로 장래 용수부족 및 두만강 본류에 댐 등 수자원 시설물을 개발할 경우 3국간 분쟁이 예상되어 주변국의 두만강 수자원 공동이용관리를 위한 기본계획수립이 매우 절실하다.

한국수자원공사 수자원연구소는 두만강의 중요성을 감안하여 연변조선족자치주 및 중국 수리부 송요

위원회 등과 두만강 수자원 이용·관리 합리화를 위하여 국제협력을 강화하고 있으며, 두만강 국제하천 관리 방안 연구에도 많은 관심을 갖고 여러 가지 조사연구사업을 진행하고 있다.

## 2. 지역 현황

### 2.1 자연지리 개황

두만강은 중국과 북한의 접경하천으로 총 유역면적은 33,168km<sup>2</sup>이고 그중 중국측의 유역면적은 22,607km<sup>2</sup>이다. 하천총길이는 520km이며, 총낙차는 1,200여m나 되며 하천의 평균 구성비는 2.4%이다. 하천경사가 0.002로 상류는 매우 급하나 하류로 갈수록 지형이 완만하다. 하천형상은 지형적 조건에 의해 사행이 발달되어 있으며, 중류까지는 계곡류를 형성한다.

두만강유역은 중온대 대륙성 반습윤 계절풍 기후구에 속하여 상류 백두산 천지의 다년 평균기온은 -7.3°C이고 하류의 다년 평균기온은 5.6°C로써 상하류의 온도차가 심하다. 상류지역은 고산기후구이고 하류지역은 대륙성 기후로부터 해양성 기후의 과도지대 특성을 지니고 있다. 여름철 태풍은 많은 수증기를 가지고 본 유역에 들어와 강수를 형성한다. 두만강의 하류지역은 동해로부터 오는 수증기가 지형의 영향으로 높이 상승하여 바람맞이 산비탈에 강우를 형성하여 다년 평균우량은 중류지역 보다 더 많다. 연간 강수량은 570mm에 이르러 반건조지대에 속한다. 그러나 두만강 상류지역은 대부분 1,000m이

상의 산악지역으로 구성되어 있어 강수량이 1,000mm에 이르며, 중류가 500~550mm, 하류는 해양성 기후의 영향을 받아 700mm내외이며, 계절변화가 크고 우리나라와 같이 6~9월에 70% 이상 집중되는 현상을 나타내고 있다.

두만강을 구성하고 있는 주요 하천은 북한지역으로는 두만강 본류와 함경북도에 위치하여 북서쪽으로 흐르는 西頭水(서두수)가 있으며, 小紅端水(소홍단수), 延面水(연면수), 城川水(성천수), 會寧川(회녕천) 및 五龍川(오룡천) 등이다. 중국 지역으로는 우리민족 선구자들의 개척지라 할 수 있는 해란강과 두만강 유역 최대도시인 延吉(연길)시를 관통하여 흐르는 부르하통하가 있으며, 아라하는 부르하통하와 합류하여 圖們(도문)강으로 흘러들고, 圖們(도문)시에서 두만강 본류에 합류된다. 하류지역에서는 러시아의 접경지역에서 발원한 훈춘하가 3국접경 직상류 두만강으로 합류하여 동해로 흘러나간다.

## 2.2 사회 및 경제

이 지역 인구를 정확히 추정할 수는 없으나 대부분의 생산활동이 중국의 연변주를 중심으로 이루어지고 있으며, 북한지역은 매우 적은 인구나 고랭지 영농을 위주한 밭농사가 주류를 이루고 있다. 중국 유역내 거주인구는 118만명에 이르는 것으로 조사되었으나 한족들의 지속적인 유입으로 그 수는 꾸준히 증가할 것으로 예상되고 있다. 경지면적은 중국지역이 81,934ha에 이르르며, 총생산액은 1,258,733만 RMP (2조 1천억원)수준이나 북한이나 러시아의 생산량이 극히 미미한 것으로 알려져 있다. 주요도시는 중국지역에 안도, 화룡, 용정, 도문 및 훈춘 등이 인구 밀집지역이며, 북한은 茂山(무산) 등 광산지역과 러시아는 접경도시 하산이 있으나 그 수는 극히 적다.

## 3. 수자원 부존 및 이용 현황

### 3.1 부존량

두만강 유역 중국측의 다년 평균우량은 583mm

이고, 강수총량은 131.7억 $m^3$ 이다. 수자원총량은 52.09억 $m^3$ 이고 지하수자원량은 12.34억 $m^3$ 이다. 두만강 유역은 산악지대에 속하므로 대부분 지하수는 강으로 유출되기 때문에 하천 총 유출량을 개략적으로 수자원총량으로 간주한다. 1인당 평균 수자원량은 3,630 $m^3$ 로 연변주 1인 수자원량은 5,353 $m^3$ 보다 적은 편이나 전국 1인 평균점유수량의 1.63배가 된다. 1무(666 $m^2$ )경지가 점유하는 수자원량은 2,778 $m^3$ 로 약 전국 1무 평균수자원 점유량의 1.93배이다.

지리환경의 영향으로 두만강유역 수자원의 지역분포는 차가 많아 연길 龍井(용정)일대는 물이 적고 상류 산악지대와 바다에 가까운 하류 지역은 물이 많다. 수자원의 계절적 변화도 큰데 1월부터 3월에 오는 강우는 전년에 온 강우량의 4%밖에 되지 않아 여름이면 상습적으로 홍수 피해를 보고 있으며, 겨울철에는 빈번하게 도시지역에서 급수 부족을 초래한다. 강우의 연간 변화도 큰데 풍수년의 수량은 갈수년의 5배에 이른다.

### 3.2 수자원 이용 현황

#### 1) 공급수량

공급수량이란 각종 수원지에서 취수되어 공급되는 손실을 포함한 공급수량이다. 두만강 유역의 총 공급수량은 7.64억 $m^3$ 이고 그중 댐이 공급하는 수량은 0.97억 $m^3$ 이며, 나머지는 자연인수와 기계양수이며, 지하수 공급수량은 0.4억 $m^3$ 이다.

#### 2) 용수량

용수량이란 취수되어 배급받은 손실을 포함한 용수량으로 두만강 유역의 총 용수량은 7.37억 $m^3$ 이며, 그중 농업용수량 5.28억 $m^3$ 이고 공업용수량은 1.36억 $m^3$ , 도시생활용수는 0.51억 $m^3$ , 농촌생활용수는 0.21억 $m^3$ , 기타용수량은 0.077억 $m^3$ 이다.

#### 3) 용수소모량

용수소모량이란 물의 송수와 송수과정중에 증발, 토양흡수, 산품으로 형성, 주민과 가축이 마시는 등 각종 형태로 소모되어 버려 다시 지표수체나 지하함수층으로 돌아오지 않는 물을 가리킨다. 두만강 유역의 소모수량은 3.87억 $m^3$ 로 종합소모율을 약 52.5%

이다.

#### 4) 수자원의 이용정도

저수지가 조절하는 물량이 지표 수자원 총량에 점하는 비율은 1.8%밖에 되지 않으며, 수자원의 개발 이용율은 14.6%으로 전국 수자원 개발 이용율 20%보다 낮다. 물 공급량중에 저수지가 조절하여 공급하는 물량은 12.6%밖에 접하지 못하여 조절능력이 낮다.

#### 5) 용수지표

두만강유역 1인평균 연간용수량의 현황은 515m<sup>3</sup>로써 전국평균 440m<sup>3</sup>보다 17%가 더 많다.

### 3.3 두만강 유역 수자원 개발 전망

두만강의 상류는 생활인구가 희소한 지대다. 두만강 중류 북한측에는 무산, 會寧(회령), 중국측에는 開山屯(개산둔) 등 중요한 공업도시가 있으나 유역인구는 적다. 두만강의 하류는 인구가 집중하고 농·공업생산이 비교적 발달한 지구다. 지금부터 금세기 중엽까지 두만강 유역 경제발전의 중점은 하류지역으로 예견되며, 대체로 연길~도문경제구와 훈춘~경신경제구로 나눌 수 있다.

연길시는 연변주정부 소재지로 본 지구 정치, 문화의 중심이며, 본 세기 중엽까지도 중심도시의 공능을 발휘하여 룡정, 朝陽川(조양천) 등 주변도시와 협조하여 연길~도문경제구의 선봉으로 동북아시아의 대삼각 경제구의 중요한 정점의 하나로 될 것이다. 훈춘시는 후기에 와서 발전한 지역으로 러시아, 북한과 인접해 있는 우월한 지리환경을 갖고 있어 1990년 두만강 개발 구상을 제기한 이래에 급속한 발전을 가져왔고, 장래 발전의 목표는 특색이 있는 국제 공업도시로 되며 동북아시아 소삼각의 정점의 하나로 될 것이다. 경신은 구상중에 있는 미래도시로 우월한 지리위치와 양호한 도시건설환경을 갖고 있으며, 방천과 습지를 이용하여 국경 관광유람을 할 수 있다.

### 3.4 물 수요량 예측

두만강 하류지역의 경제개발은 꼭 확보할 수 있는

용수보장이 있어야 한다. 장래 수자원 개발계획은 금세기 중엽 이 지역의 용수량을 고려하여야 하며, 용수인구는 자연 증가외 대량의 인위적 증가를 고려하여 두 경제구인구를 각각 200만명의 규모로 예상한다. 또 도시화 속도가 빨라짐과 더불어 농업인구가 도시인구로 유입되는 것을 고려한다. 21세기 중엽 두만강 하류지구 주요 지역 물 수요량은 급격히 증가할 것으로 예상되고 있다.

2050년 연길~도문경제구 총 물수요량은 5.24억 m<sup>3</sup>로 2000년 현황 용수량의 5배쯤 되며, 훈춘~경신 경제구 총 물수요량은 4.8억 m<sup>3</sup>으로 현황용수량의 2.4배나 된다. 2050년에 이르러 연길~도문 경제구의 총 용수량은 대략 현재 長春(장춘)시의 용수량과 비슷하다.

### 3.5 급수조치 및 공급 계획

소하룡댐은 해란강 하구에 접근된 곳에 있는데 총 수자원량은 5.32억 m<sup>3</sup>로써 장래 연길시의 주요 수원이다. 현재 건설중에 있는 소하룡발전소댐의 도시급수량의 설계치는 0.16억 m<sup>3</sup>인데 장래 이 댐은 증진하여 도시급수량을 매년 3.0억 m<sup>3</sup>을 공급할 예정이다.

五道(오도) 저수지는 현재 연길시의 주요 수원지로서, 수자원총량은 1.49억 m<sup>3</sup>이고 매년 0.37억 m<sup>3</sup>의 물을 도시에 공급할 수 있다. 연립저수지는 계획중에 있는 저수지로서 수자원총량은 0.5억 m<sup>3</sup>, 년공급수량은 약 0.15억 m<sup>3</sup>로 볼 수 있다.

만대성댐 이상의 수자원총량은 11.6억 m<sup>3</sup>이고 장래 도시공급수량은 1.37억 m<sup>3</sup>까지 달할 수 있어 도문시의 주요 수원으로 된다. 도문시 현황 급수공정의 년공급수 능력은 약 700만 m<sup>3</sup>이다.

료룡구저수지의 집수 면적은 3008km<sup>2</sup>이고 수자원총량은 10.71억 m<sup>3</sup>이며, 장래 훈춘과 경신시의 주요 수원으로 된다. 도시 급수수량은 매년 2.793억 m<sup>3</sup>이고 훈춘시에 공급하는 물량은 2.093억 m<sup>3</sup>이고 경신시에 공급수량은 0.7억 m<sup>3</sup>이며, 관개면적은 10,100ha이고 연간 관개용수량은 1.17억 m<sup>3</sup>이다.

#### 4. UNDP 두만강 지역 개발 사업

UNDP는 두만강 하류지역의 개발과 동북아 지역의 경제협력을 확대하기 위해서 다자간 경제협력체인 TRADP (Tumen River Area Development Program)를 결성하여 많은 사업을 해 오고 있다. TRADP 사업의 장기목표는 두만강 지역을 세계적 수준의 관광, 해운, 수송 및 가공·제조업 중심지로 발전시키는 동시에 이 지역의 개발을 동북아 지역 경제협력의 발전적 계기로 이용하는 것으로, 단기적으로는 관련국간 교역 및 투자증진을 위한 협력기회의 창출을 목표로 하고 있다. 현재 다자간 협력체 참여 국가는 우리나라를 비롯하여 북한, 중국, 러시아 및 몽골 등 5개국으로 되어 있으며, 전문가 자문위원회에 일본이 참관인으로 참여하고 있다.

지금까지의 활동상황을 살펴보면 1991년 다자간 협력체 구성을 위해 UNDP 동북아소지역회의가 몽골에서 개최되었고, 같은 해 평양에서 계획관리위원회가 설립되었다. 1992년 제1차 계획관리위원회 회의가 서울에서 개최되었으며, 1994년부터 TRADP 사무소를 북경에 설치하여 현재에 이르고 있다. 5개국 TRADP 사업에 관한 정부간 회의는 매년 순번으로 개최되고 있으며, 최근에는 GEF (Global Environmental Facility)의 지원을 받아 두만강지역 공유하천의 생물 다양성 보전 사업이 진행되고 있다. 지금까지 환경, 관광, 교통 및 경제 분야에서 15백만불 이상의 사업이 진행되었다.

수자원연구소는 공사의 사업영역 확대 및 동북아 지역 수자원 기초조사사업의 일환으로 동북아 지역의 유일한 다자간 경제 협력체인 두만강지역개발 계획 사업에 참여하기 위하여 2001년 8월 “두만강지역 수자원 이용·관리 방안 수립” 사업을 제안하여 2001년 10월 재정경제부로부터 국가사업으로 선정되었고, 사업주관 기관인 과학기술부/UNDP와 2002년 5월 26일 협약서를 체결하여 사업을 수행중 에 있다.

본 사업은 2개년에 걸쳐 추진될 예정이며, 사업비는 20만불이며, 동시에 추진되고 있는 한국과학기술

원과 UNESCO 한국지부의 협조아래 진행되고 있으며, 환경부가 주관하고 하고 있는 두만강 지역 환경 보호 프로그램과 연계되어 있다. 본 사업을 위하여 수자원연구소 및 국내 전문가와 중국의 두만강 관련 기관, 극동 러시아 과학아카데미의 전문가가 참여하는 팀을 구성하였으며, 지난 5월 26일부터 중국 연길에서 1차 현장조사 점 착수 회의를 개최한 바 있다.

사업내용을 간략히 소개하면 다음과 같다. 우선 두만강 현지에 대한 기초조사를 실시하고 수자원 이용과 하천관리 계획을 수립하는 것이다. 두만강 본류는 크게 상류, 중류 그리고 하류로 구분할 수 있다. 상류는 산림 및 생태보존지역으로 자연림이 잘 발달되어 있고 회귀 동식물이 서식하고 있는 등 자연생태의 보고라 할 수 있다. 이 지역에서의 수자원 이용 현황은 극도로 제한적이며, 대체로 자연상태의 하천과 원시 형태의 수환경을 유지하고 있는 지역이다. 따라서 두만강 상류에 대한 수자원 이용 및 하천관리는 자연보전에 기초하여 건전한 수자원 공급지로서의 역할과 중요한 발전계획을 수립하는 것이다.

두만강 중류는 북한의 무산 철광, 중국의 개산둔 등 큰 제지공장이 존재하고 있어 수자원 이용 및 하천관리 중점 지역이라 할 수 있다. 무산철광은 아시아 최대의 노천철광으로 두만강 본류에서 취수하여 철광석 세정후 다시 두만강으로 방류하는 수자원 이용체계를 보여주고 있어 하천 수질오염에 주요 원인으로 지적되고 있다. 중국측의 제지공장에서는 필요한 용수를 두만강에 보를 만들어 직접 취수하고 있으며, 큰 하천을 이를 정도로 많은 양이 발생되고 있는 폐수가 두만강으로 직접 배출하고 있다. 이 구간에 대해서는 주요 산업시설에서 필요로 하는 용수를 안정적으로 공급하기 위한 계획과 더불어 하천 환경을 개선시킬 수 있는 대안 마련이 강구되어야 한다.

두만강 하류는 훈춘 공업지역과 두만강 하구의 습지 보호가 주요 관심사이다. 이들 지역은 홍수방재 계획과 함께 하류 지역 농업용수 개발, 하천수질관리 및 주요 어종의 보호 등을 목적으로 한 계획이 수립되어야 한다. 특히 하류 습지지역은 러시아의 자연보호지역에 포함되어 있어 오염물 퇴적방지 등 환경적

## ■ 일반기사

두만강 지역 수자원 이용관리 실태

측면의 수자원 및 하천 이용·관리 계획 수립이 필요한 지역이다.

이와 더불어 두만강 유역을 지역별 특성을 고려하여 단위 구역별로 개발 관리할 수 있는 마스터플랜 수립과 국제하천을 공동이용관리할 수 있는 체계를 마련하는 것도 본 사업의 주요 내용중 하나이다. 이를 위해 두만강 국제 공동관리 위원회의 설립을 제시할 계획이며, 두만강 연구센터의 설립도 건의할 생각이다.

### 5. 결론

두만강 유역수자원개발이용의 대책은 수원을 개발하고 용수를 절약하며 오염을 방지하고 수자원의 지속적 이용전략을 실시하는 것이다. 두만강유역의 수자원은 비교적 풍부하나 21세기 중엽 본 지역 경제발전 전에 필요한 물량을 충분히 보장하기에는 많은 문제점을 안고 있다.

본 지역은 현재 용수효율이 높지 못하고 용수낭비 현상이 보편적으로 존재한다. 농업 관개용수의 이용률은 45%이하이며 공업용수의 중복 이용률은 49% 정도이며, 도시 상수도관의 유실률은 30% 이상이나 되어 금후 자금투입을 증가시키고 관리를 강화하면 용수절약은 큰 잠재력을 갖고 있다.

물 오염은 수자원을 파괴하는 위협요소로 자리잡고 있다. 두만강 본류를 제외한 각 지류의 오염된 하천의 길이는 전체 하천길이의 30%를 점한다. 따라서 물 오염을 방지하고 수자원을 보호하는 것은 두만강 지역에서 지금 당장 해결해야 될 문제로 대두되었다.



두만강에서 : 과업수행자들과 함께

특히 중국과 북한은 두만강 본류에 발전용댐을 건설하고자 협의를 진행시키고 있다. 북한은 공동으로 댐을 개발하여 투자비에 따른 비율로 전력을 배분하는 의견을 제시하고 있으나 중국은 개별적으로 개발하여 이용하는 안을 주장하고 있어 향후 귀추가 주목된다. 이는 공유하천 이용관리와 관련하여 양국간의 이해가 상충하는 부분으로 환경문제와 연관해서는 러시아도 상류국가들의 오염방지를 강력히 요구할 가능성이 있다.

이와 같은 사례는 국제하천의 경우 매우 일반적인 현상으로 자연상태의 두만강이 주변여건에 따라 급속히 개발된 경우 수자원 이용과 관련된 분쟁의 소지는 현실화될 가능성이 높다. 이를 예방하기 위해서는 두만강 유역에 대한 정확한 수자원 평가를 통해 주변국의 공동이익에 부합되는 수자원이용관리 방안이 수립되어야 한다. ●