

---

---

# 두만강유역의 환경문제 개선대책 및 전망

신 형 철

중국 연변조선족자치주 환경검측소

## Policy and Future Trends of the Environmental Status of the Tumen River Basin

Heng-Zhe, Shen

*Environmental Protection Monitoring Center  
of Yanbian Korean Autonomous Prefecture, China*

### Abstract

Yanbian Korea Autonomous Prefecture of Jilin Province, China is at the center of the Tumen River Economic Development Area. Not only has it the rich resources, energy basis and a good transport condition for developing frontier trade to Russia and DPRK, but also it has the long standing and well established ties of culture with the people in Korean peninsula and Russia. Therefore, the area owns the exceptional privilege and the great potential in the opening up to the outside world.

Tumen River originates from the eastern side of Changbai Mountain's main ridge, and it's total length is 505.4 km. 490.4 km in total length acts as the border river between DPRK and China and enters the East sea after 15 km between DPRK and RF.

Land area of Tumen river basin is 33,168.4 km<sup>2</sup> and 22,861 km<sup>2</sup> is included in China.

The major environmental problems are surface water pollution by industrial waste, ecosystem disturbance by logging forest, and air pollution by coal combustion. For the environmental recovery, more than 30 research projects have been accomplished from 1970s, legal regulations have been prepared, more than 80 wastewater treatment plants have been constructed, and environmental education also has been strengthened.

On the other hand, Some relevant endeavors will be made for the environmental protection of Tumen river basin including construction of wastewater treatment plants in 6 cities in Tumen river basin.

## 1. 서론

최근 남한과 북한은 50여 년 동안 반목의 시대에서 새로운 화해와 동반자의 시대로 접어들어서면서 경제, 사회, 문화 등의 여러 방면에서 급속한 남북교류가 확산되고 있다. 범민족적인 소망인 통일을 앞두고 있는 상황에서 우리 한반도의 환경문제도 소홀히 할 수 없으며 통일 후 한반도의 쾌적한 환경을 유지할 수 있도록 돌보는 준비를 지금부터 서둘러야 할 것이다.

지금으로부터 장기간에 걸쳐 이 지역의 주민들에게 복지를 가져다 주는 세기를 뛰어넘는 공정이며 희망으로 가득 찬 사업으로 평가되고 있다. 이제 두만강지역은 지나온 몇 년간의 노력으로 두만강지역 경제개발의 이미 초보적인 규모를 갖추었으며 세계적으로 주목 받는 국제협력 개발의 새로운 관심이 고조되는 지역으로 변하고 있다. 이에 따른 경제개발의 논리에서 환경보호가 뒷전에 밀리는 과오를 범하지 않기 위해서는 환경보호에 더 관심을 가지고 노력을 하여야 할 상황이다. 이에 두만강유역의 주요한 환경개선을 위하여 노력해 온 중국 측의 조치와 전망에 대하여 요약하여 소개하려 한다.

## 2. 두만강의 자연환경특징

두만강은 백두산의 동쪽기슭에서 발원하여 중국과 조선, 조선과 러시아의 국경을 따라 동해로 흘러 든다.

두만강의 총 길이는 505.4 Km인데 그 중에서 490.4 Km는 중국과 조선국경이고 15 Km는 조선과 러시아의 국경이다. 이 유역의 토지면적은 33168.4 Km<sup>2</sup>이고 그 중에서 22861 Km<sup>2</sup>가 중국에 속해있다. 두만강은 한온대 대륙성 계절풍기후구역에 속한다. 다년간 평균기온은 2-6℃이며 강우량은 500-800mm이다. 연간 70-80%의 강우량이 5-9월에 집중되고 12월부터 이듬해 3월까지의 강우량은 4%밖에 되지 않는다. 두만강의 다년간 평균유량은 52.1억m<sup>3</sup>에 달한다.

중국의 청나라시대에 근 300여 년간 백두산 일대를 봉금하였기에 두만강유역은 백여 년 전까지만 하여도 인가가 적은 무연한 원시림지구였다. 지금은 이미 연변조선족자치주의 정치, 경제, 문화의 중심으로 되었으며 유역 내에 7개 시와 현이 있고 2000년 중국측 총인구는 154.5만 명인데 그 중 50.7%가 조선족이다<sup>1)</sup>.

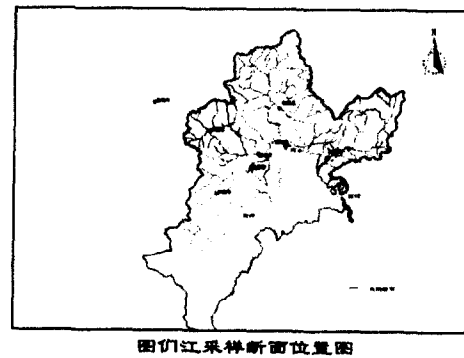


그림 1. 두만강 유역지도

### 3. 두만강유역의 주요한 환경문제

#### 3.1 산업폐수로 인한 심각한 수질오염

두만강유역에는 20세기 30년대로부터 제지, 광산, 황금생산 등의 산업이 발전하면서 두만강의 수질오염을 초래하였는데 70, 80년대에 들어서서 그 오염 정도가 제일 심하였는바 주로 철광산에서 배출하는 돌가루와 펄프산업과 화학공업이 배출하는 유기물질의 오염이었다. 70년대 말기에 조사한 바에 의하면, 중국 측의 개산톤 펄프공장과 석현제지공장에서 매일 약 20여만 톤의 폐수를 처리하지 않은 채 그대로 두만강에 배출하였는데 매일 배출하는 CODcr총량은 615여 톤에 달하였다. 조선 측의 무산철광에서는 매년 1000-1500여만 톤의 돌가루를, 아오지화학공장에서는 매일 18만 톤의 산업폐수를 그대로 두만강에 배출하였었다(2, 3).

1980년도 두만강 수질검사자료에 의하면 두만강은 상류의 청천강입구로부터 약 350Km나 되는 강물이 심각하게 돌가루로 오염이 되어 상류에서 수중 SS의 년 평균농도가 2800mg/L에 달하였다.

중류의 경우는 개산톤 이하 모두가 심각하게 유기물질의 오염을 받았었다. 중류인 양수진 부근의 CODMn와 BOD5의 년 평균농도는 110mg/L와 45mg/L에 달하였으며 하류의 말단에 위치한 권하 부근의 CODMn와 BOD5의 년 평균농도는 40mg/L와 21mg/L에 달하였었다.

두만강의 심각한 수질오염은 이 지역의 공업, 농업, 어업 등 경제발전에 막대한 손해를 초래하였을 뿐만 아니라 인체건강에도 위협을 갖다 주었다. 두만강의 수질오염을 제거하기 위하여 중국과 조선정부는 70년대 말기에 회담을 통하여 문제점을 찾고 해결대책에 동의함과 동시에 각자의 오염제거를 위해 노력하였었다(4,5).

20여 년이 지난 지금 두만강의 수질은 80년대에 비하여 현저히 개선되었는 바 2001년도의 경우, 오염이 심한 구간에서 국가 지면수 수질표준 3급에 도달하는 시간적 비례가 70%에 달한다. 하지만 12월부터 이듬해 3월까지 결빙기에는 수질오염이 심하여 국가 지면수 수질표준 5급을 2-5배씩 초과할 때도 있다. 두만강의 수질오염은 아직까지 근본적으로 해결되지 못하고 있다. (6,7)

#### 3.2. 과도한 삼림벌채로 인한 생태계파괴

지금 두만강유역 중국 측의 삼림과 초원의 분포율이 80%를 확보하고 있지만 인구가 늘어나고 경제개발이 가속화되면서 자연생태계 보호에 적지 않은 문제를 초래하고 있다.

청나라시대의 근 300여 년간의 봉금으로 두만강유역은 기본 상 원시적인 삼림생태계를 보존하여 왔다.

20세기 30년대 일본이 동북을 침략하면서부터 원시적인 생태계가 파괴되기 시작하였으며 그 후 근 반세기 동안 약탈적인 삼림벌채와 농작물생산으로 원시적인 삼림생태계는 완전히 파괴되고 말았다. 현재 백두산 자연보호구와 훈춘 등 변경지구에 약간의 원시삼림이 남아있을 뿐이다2).

통계자료에 의하면 20세기의 40년대 말기에 두만강 유역의 인구밀도는 매 평방키로미터에 30명밖에 안되었으나 2000년에는 68명으로 늘어났다. 연변조선족 자치주에서 토지면적의 53.5%와 총인구의 70.7%가 두만강유역에 있다. 통계자료에 의하면 50년대 중기로부터 90년대 중기까지 연변지역 내에서 매년 250-350만m<sup>3</sup>의 목재가 벌채되었었다. 이로 인하여 지역내의 삼림자원이 점차 줄어들고 황무지 면적과 수도유실면적이 늘어나고 귀중한 야생동물과 식물이 적어지고 동북호랑이와 같이 귀중한 동물은 거의 멸종될 위기에 처해있다.

### 3.3. 도시에서 석탄연기로 인한 대기오염

두만강유역의 도시에서의 난방과 산업에서 쓰는 연료는 주로 석탄에 의존하는데 대부분 도시들이 분지에 자리잡고 있어 겨울철에 들어서면 대기오염이 매우 심각하다. 중국에서 개혁 개방한 이후 도시의 인구가 급속히 증가됨과 아울러

석탄소모량이 증가되어 도시에서의 대기오염이 심각한 환경문제로 대두되고 있다. 물론 도시에서 환경보호를 강화하여 선진적인 보일러와 효율이 높은 흡진기를 보급하고 나서부터 대부분의 도시의 공기질이 다소 개선되고는 있지만 겨울철에 공기 중의 TSP농도가 국가대기질 3급 표준을 초과하고 있다8).

## 4. 환경개선 대책 및 효과

4.1. 두만강유역의 환경문제를 둘러싸고 70년대 후기로부터 근 40여건의 환경과학기술연구를 진행하여 30여건의 과학연구성과를 획득하였는데 이는 두만강유역의 환경보호를 위하여 과학적인 근거를 제공하였었다.(표1)

4.2. 중국특색에 맞는 환경보호법과 환경표준 및 행정규정에 따라 환경관리를 강화하여 환경개선을 촉구하였다. 두만강유역의 엄중한 물 오염과 도시의 대기오염을 방지하고 개선하기 위하여 현재의 오염원에 대하여 계획적으로 시간을 정하여 오염물질 배출량을 줄이게 하고 새로운 공장에 대해서는 선 오염물질배출량을 엄격히 관리하고 국가표준에 도달하도록 하였으며 환경에 영향을 주는 건설항목은 반드시 환경영향평가를 걸쳐 비준된 후 사용시 모든 것이 환경보호의 규정에 부합될 경우야 정식사용을 허락하였다.

이와 같이 환경관리를 강화함으로써 경제가 발전되고 도시의 인구가 급속히 증가되었지만 오염물질 배출총량은 줄어들어 환경 질이 개선되었다.

예를 들면 연변지구의 GNP가 2001년에 1983년도에 비해 8.8배 늘어났지만 반면 CODcr배출총량은 오히려 61.1%나 줄어들었으며(표2) 두만강의 주요한 오염물질농도도 80년대에 비하여 현저히 줄어들었다(표3). 두만강 유역 중국 측의 중점도시인 연길시의 인구는 2000년에 1986년도에 비해 70.7% 늘어났지만 대기오염물질의 농도는 많이 줄어들었다(표4).

4.3. 과거 십여 년간 80여 개의 주요 오염원에 폐수처리시설을 건설하고 운영하여 두만강에 배출하던 오염물질을 대폭적으로 줄였다. 2001년의 통계에 의하면 연간 폐수처리 운영비용을 8000여 만원을 투자하여 CODcr 10여만 톤을 제거하였다. 90년대 중기에 두만강 유역내의 중국측 20여 개의 제지공장과 소형화학공장 등 오염이 심한 공장들을 철거함으로써 해마다 두만강유역에 배출하던 CODcr를 2.03만 톤 감소시켰다(9).

4.4. 자연생태환경을 보호하고 건설하여 초보적인 효과를 보게 되었다. 1998년 중국 정부의 천연삼림 보호공정이 시작된 후 연변지구의 삼림벌채량은 매년 250-

350만m<sup>3</sup>에서 170만m<sup>3</sup>로 줄었으며 황폐화된 산과 비탈 밭을 폐경하고 나무를 심어 삼림 면적을 늘이고 수토유실을 방지하였다. 그 결과, 수토유실면적이 80년대의 22%로부터 현재의 11%로 줄었다. 현재 연변지구에 8개의 자연보호구가 있는데 그 총면적은 연변토지면적의 9.0%에 달한다. 그 중 5개 자연보호구가 두만강유역에 있는데 총면적이 3850Km<sup>2</sup>에 달한다.

자연환경을 보호하고 자연자원을 합리적으로 개발하고 이용하여 지방경제를 지속적으로 발전시키기 위하여 화룡시 생태모범구역과 천교령 임업국 생태모범구역 건설을 시작하였는데 이 두 구역은 이미 국가급 시점 구역으로서 생태건설을 추진하고 있으며 생태모범 구역건설을 다른 현과 시 향과 촌에 까지 보급하여 일정한 효과를 보게 되었다.

4.5 환경교육을 강화하여 주민의 환경의식을 높였다. 환경을 보호하는데 환경법과 환경표준 등이 물론 필요하지만 그것보다도 더욱 중요한 것은 국민의 환경의식을 제고하여 환경보호를 전 주민의 자각적인 행동으로 옮기고 전 주민이 앞서서 환경오염과 생태계 파괴현상을 감독하고 제지하여야 하는 것이다. 두만강 유역의 환경현황을 개선하고 보호하기 위하여 환경보호 기관이 건립되면서부터 환경교육과 선전에 비중을 두고 정부기관으로부터 공장과

---

학교, 나아가서는 도시의 거민 위원회와 농촌에 이르기까지 환경교육과 환경법규 선전을 계속하여 왔다. 장기적인 선전과 교육을 통하여 이 지역 국민의 환경의식은 현저한 제고를 가져왔으며 두만강 유역의 환경질 개선에 커다란 동력으로 되었었다.

## 5. 두만강유역 환경개선 전망

**5.1** 계속하여 오염물배출량을 줄여 두만강의 수질을 개선시킬 것이다. 두만강의 주요한 오염원인 개산툰팔프공장과 석현제지공장에서 다년간 약 3억 인민폐에 달하는 투자를 하여 오염이 제일 심한 蒸煮廢液을 처리하여 CODcr배출량을 60-70% 감소시켰다. 하지만 자금의 부족으로 아직까지 폐수처리시설을 건설하지 않아 오염물배출량이 국가의 표준을 훨씬 초과하고 있다. 계획에 따르면 이 두 공장의 폐수처리시설이 2003년 말까지 건설될 것이며 연길시, 훈춘시의 생활오수처리장도 2005년 전에 건설될 것이다. 그 외 용정, 도문, 화룡, 왕청, 안도 등 도시의 생활오수 처리장도 2010년 이전에 건설될 계획이다. 전체 공정의 투자액은 73,090만 인민폐인데 전체 공정이 실현되면 매일 39만톤의 산업폐수와 생활오수를 처리할 수 있으며 2005년에는 CODcr배출량을 2.57만톤까지 줄일 수 있고 2010년에는 CODcr배출량을 1.75만톤으로 줄일 수 있을 것이다. 그렇게 되었을 경우,

두만강유역의 각 지류를 포함한 모든 구간에서의 환경기능 수질요구를 기본상 보장할 수 있을 것이다(10, 11).

**5.2** 연길시 및 기타 도시에 집중 열공급시설을 건설하여 겨울철의 심각한 대기오염을 현저히 개선시킬 것이다. 두만강유역에는 풍부한 석탄자원이 있다. 따라서 경제가 낙후한 山區에서 환경오염이 적은 천연가스 혹은 석유를 연료로 쓰기는 불가능한 일이다. 현재의 기술과 경제수준으로는 도시에 집중 열공급시설을 건설하여 에너지 이용률을 높이고 고급 흡진기를 사용하여 연기로부터 배출되는 오염물질을 철저히 제거하는 것이다. 계획에 따르면 연길시에서 2002년부터 3년에 걸쳐 4억여 인민폐를 투자하여 집중 열공급시설을 건설할 계획이다. 그 때는 연길시에 있는 약 600여개의 굴뚝이 사라지고 800여개의 보일러가 철거될 것이며 겨울철의 대기오염은 근본적으로 해결될 것이다. 이 지역의 기타 도시들에서도 집중 열공급시설 건설에 노력하고 있으며 현재의 경제기초와 열공급시설을 이용하여 집중 열공급 규모와 면적을 점차 늘리고 있다.

**5.3** 삼림채벌량을 엄격히 통제하고 천연원시림을 보호하고 생태농업과 생태임업을 추광하여 생태환경을 보호하고 개선하는 동시에 지방경제를 지속적으로 발전시킬 것이다.

---

2001년 중국정부에서는 길림성의 생태성 건설계획안을 비준하였다. 길림성의 생태성 건설계획 중 두만강유역의 생태건설이 매우 중요한 위치를 차지하고 있는 바, 이 계획의 실시는 두만강유역의 생태건설과 생태계보호에 적극적인 역할을 할 것이며 자연자원을 합리적으로 개발하고 이용하여 지속적인 경제발전을 보장할 것이다.

## 6. 결론

두만강유역의 주요한 환경문제로는 산업 폐수로 인한 수질오염과 과도한 삼림벌채로 인한 생태계파괴 및 도시에서의 석탄 연기로 인한 대기오염이다.

두만강유역 토지면적의 2/3를 차지하고 있는 연변 조선족자치주에서는 경제기초가 빈약한 상황 하에서도 경제발전과 환경보호를 동시에 추진함으로써 오염물질 배출

총량을 대폭적으로 줄이고 삼림 벌채량도 대폭적으로 감소시켜 수질오염과 대기오염 및 생태계파괴를 기본적으로 통제하였으며 수질, 대기질 및 생태환경이 일정하게 개선되고 있다.

최근 20여 년의 개혁개방을 통해 연변지구의 경제도 일정하게 발전되고 국유산업의 변화에서도 많은 진전을 가져와 이 지역의 환경 질 개선과 생태환경건설에 유리한 조건을 만들어 주고 있다. 연변의 환경 건설계획중의 주요한 오염처리 시설공사가 계획대로 착공되고 있는바 향후 2-3년 후에는 그 효과를 보게 될 것이다.

두만강유역은 상대적으로 인구밀도가 적고 삼림면적비례가 높으므로 환경보호에 조금만 힘쓴다면 머지않아 그 효과를 보게 될 것이며 빠른 시일 내에 보다 좋고 아름다운 환경을 건설하게 될 것이다.

< 표 1. 두만강유역 환경과학기술연구성과 목록 >

연구과제명	수행년도	연구기관명
두만강 환경질량 평가	1975~1980	동북사범대학 등 14개기관
두만강유역 오염원조사 및 평가	1976~1980	연변환경보호검측소
두만강오염이 수생생물에 미치는 영향 및 평가	1976~1980	중국과학원 무한수생생물연구소
두만강 돌가루오염이 농전토지와 벼 재배에 대한 위해성 연구	1976~1980	연변농학원, 연변농업과학연구소
두만강의 자정규률에 대한 연구	1976~1980	동북사범대학, 북경사범대학
두만강의 돌가루 전의규률에 대한 연구	1978~1980	동북사범대학, 연변환경보호검측소
두만강 오염 종합방지에 대한 연구	1978~1980	연변조선족자치주환경보호국
두만강유역 환경표준에 대한 연구	1976~1980	길림성환경보호연구소 등 3개기관
두만강수중의 Cr,Pb,As,Cd 오염이 인체건강영향에 관한 연구	1975~1983	연변의학원, 길림성위생방역소
개산툰팔프공장 폐수종합처리 기술개발에 관한 연구(8개과제)	1981~1984	중국 상하수 동북설계원 등 6개기관
두만강유역(좌측)생태계 연구	1981~1984	동북사범대학 등 4개기관
두만강 결빙기 자정규률 연구	1981~1983	동북사범대학
석현제지공장 산업폐수 자연산화처리실험 연구	1983~1987	연변환경보호검측소, 연변농학원
석현제지공장 화력발전소 석탄재를 이용하여 제지산업폐수처리 실험연구	1992~1994	연변조선족자치주환경보호연구소
두만강유역(좌측)오염방치 계획연구	1997~1998	연변조선족자치주환경보호연구소
석현제지공장 폐수중 오염물질 배출총량통제에 대한 연구	1994~1996	연변환경보호검측소
개산툰팔프공장 폐수배출 국가표준에 도달 계획 연구	1997~1998	연변조선족자치주환경보호연구소
석현제지공장 폐수배출 국가표준에 도달 계획연구 연구	1997~1998	연변조선족자치주환경보호연구소



< 표 2. 연변지구 CODcr배출량 연간 변화 >

년도	1983	1985	1990	1995	2000	2001
GNP(억원)	14.40	19.07	42.24	94.31	127.35	140.95
CODcr(만톤)	19.78	16.35	14.89	12.80	10.57	7.70

< 표 3. 두만강 주요오염물 연평균 농도변화 >

단위: mg/l

년도	1980	1985	1990	1995	2000	2001
남평(南坪)SS	2823	1385	935	786	142	172
하동(河東)CODMn	112.6	70.7	42.5	35.5	36.3	22.1

< 표 4. 연길시 대기오염 연간변화 >

년도	1986	1990	1995	2000
TSP(mg/m3)	1.24	0.62	0.50	0.37
SO2(mg/m3)	0.076	0.069	0.052	0.029
인구(만명)	22.82	28.32	35.62	38.95

---

## 참 고 문 헌

1. 신형철, 최용걸, 김송자: 두만강유역의 수질오염실태와 전망; 제1회 YUST산업기술 심포지움, PP. 182-186(1999).
2. 李 惠明等, 圖們江環境質量評價, 圖們江水系污染與水資源保護的研究成果匯編PP.1-144 (1980).
3. 申 亨哲, 金 智鉉. 圖們江污染綜合防治的探討, 環境科學6卷2期PP.55-59(1985).
4. 朱 春默, 申 亨哲, 浮田 正夫:中, 露, 朝國境河川圖們江の三角地域開發における環境問題と改善對策, 資源環境對策, V0129, N07, PP.7-12(1993).
5. 신형철, 현명권: 두만강환경오염이 지역개발에 주는 영향과개선대책, 1996年度大韓環境工學會春季學術研究發表會論文抄錄集, 특별강연-3.
6. 國家環境保護總局, 地表水環境質量標準(GHQB1-1999).
7. 吉林省地方標準, 吉林省主要江河水域功能分類(DB22/274-2001).
8. 中華人民共和國標準, 環境空氣質量標準(GB3095-1996).
9. 延邊朝鮮族自治州環境保護局, 1983年-2001年環境統計年報表.
10. 延邊朝鮮族自治州環境保護研究所, 圖們江水系(左岸)污染防治規劃的研究(1997).
11. 延邊朝鮮族自治州環境保護局, 延邊朝鮮族自治州環境保護十五計劃和到2010年遠景規劃 (2000).