

중국 남수북조서선 (南水北調西線) 계획에서의 지구과학적인 문제점과 日中國제 협력

다나카 유키야

(경희대학교 지리학과 ytanaka@khu.ac.kr)

1. 머리말

중국의 수자원총량은 약 28,000억 m³으로 세계 6위를 차지하고 있지만 국민 1인당 평균 수자원은 세계 68위로 세계평균량의 1/4에 불과하고 수자원 부족국가이다. 중국의 수자원 분포는 매우 불균일하다. 특히 장강(長江)유역 및 장강이남지역의 하천 유량이 전국의 80% 이상을 차지하며 이 지역은 풍수(豐水)지역에 속한다. 그에 반해 황하(黃河), 화이하(淮河), 하이하(海河)유역을 비롯한 화북(華北)지역과 서북내륙지역의 면적은 전국의 50%, 인구는 전국의 36%를 차지하고 있지만 수자원량은 전국의 12% 정도로 물이 부족한 지역이다. 특히 황하에서는 물 흐름이 끊어지는 단류(斷流)현상으로 인해 수자원결핍이 심각한 문제가 되고 있다. 서북지역과 화북지역에서는 광물자원이 풍부하여 중국의 에너지 및 농산물생산의 중심지이기 때문에 국민경제활동에 중요한 위치를 차지하는 곳이다. 따라서 수자원 결핍이 경제발전의 제약요인이 되므로 이 문제는 해결되어야 한다.

1950년대에 “남수북조” 계획이 제출된 이후 황하수리위원회(黃河水利委員會)를 중심으로 많은 연구가 진행되어 왔다. 남수북조의 전체적인 계획으로서는 장강의 상류, 중류, 하류에서 각각 물을 끌어 들일 남수북조서선(南水北調西線), 남수북조중선(南水北調中線), 남수북조동선(南水北調東線)라는 세 줄의 인수선로가 있다. 저자는 일본 사사가와 평화재단 일중우호기금 사업실(笹川平和財團日中友好基金事業室)과 황하수리위원회외의 국제공동조사에 참가하여 2002년 7월 9일부터 23일까지 현지 답사를 하였다.

2. 남수북조서선 계획개요

남수북조서선은 평균해발고도가 4000m를 넘는 티벳고원 동쪽에 위치한다. 장강 상류인 통티엔하(通天河), 야롱하(雅龍河), 다두하(大渡河)에서 황하로 연간 70-80 억 m³, 45-50 억 m³, 40 억 m³의 물을 끌어 들일 계획이다. 공사기간은 2010년에서 2050년 까지

40년동안 3기로 나눠서 시공할 계획이다. 1기공사에는 5개의 댐을 만들어야한다. 이 것은 장강의 하상이 황하보다 40-400m 정도 낮기 때문에 댐을 만들어서 양수해야 한다. 댐 의높이는 60-115m이다. 7개의 터널도 뚫어져야 하는데 그 들중 가장 긴 터널은 244km이 다.

3. 남수북조서선 시공지역의 지형학적인 문제점

티벳고원은 인도판과 유라시어판이 충돌하여 형성되었기 때문에 4000m이상의 높은 고 도를 가진 지역이 넓게 펼쳐져 있다. 시공지역이 티베트고원 동쪽에 위치함에 따라 지형 학적으로 문제가 되는 점이 1)활단층, 2)매스무부맨트, 3)댐으로 유입되는 토사, 4)영구동 토의 융해 일것이다.

1) 활단층

서선의 노선에서는 많은 단층지형이 나타난다. 다두하(大渡河) , 야룡하(雅龍河)등은 방 향이 꺾인 유로를 보여 주는데 이러한 지형은 단층으로 인하여 변형되어 있을 가능성이 크다. 예를 들면 간즈(甘孜)부근의 야룡하(雅龍河)에는 뚜렷한 단층변형이 나타나며 이 단층은 북서-남동방향으로 뻗어 있는 것을 볼 수 있다. 이 단층들이 1947년과 1986년에 규모7의 지진을 발생시켰으므로 앞으로 100년동안에 규모7의 지진이 3-4 회정도 일어날 가능성이 있지만 고지진의 기록에 의하면 활동주기를 900-1000년으로 잡고 있다(路, 2002). 路(2002) 는 시공지역이 지진의 공백지대에서 벗어나고 있으므로 시설사용기간내 에 대지진이 일어날 가능성이 낮다는 결론을 내렸다. 그러나 路(2002)는 지적하지 않았지 만 북서-남동방향의 단층과 공역하는 다층이라고 생각되는 지형이 나타나고 하천유로가 변형되고 있음에 따라 단층에 관한 더욱 상세한 조사가 필요한 것이다. 단층은 파쇄대를 수반하는데 이러한 파쇄대는 산사태를 유발할 뿐만 아니라 누수의 원인이 되기 때문에 파쇄대의 분포를 자세히 밝힐 필요가 있다.

2)매스무부맨트

시공지역에는 매스무부맨트가 많이 분포되어 있다. 고원위에 위치한 비교적 기복이 작

은 완사면에는 지하수 혹은 영구동토의 융해에 의한 표층붕괴가 나타나지만 위치적으로 볼 때 시공에는 큰 문제가 되지 않을 것으로 생각된다. 고원을 개석하고 있는 깊은 협곡의 급사면위에는 암반붕락(巖盤崩落)이 나타나며 천연담을 만들기도 한다. 이러한 암반붕락은 풍화작용을 많이 받은 경우나 절리가 많은 곳에 자주 발생한다. 기반암이 이암으로 구성되어 있는 풍화가 진행된 사면에는 점토가 많이 나타나며 이 점토면에서 미그러짐이 발생하여 대규모의 산사태를 유발시킬 수 있다. 댐 건설 예정지가까이에는 산사태로 생긴 완사면 지형이 존재하고 있는데 댐의 건설은 산사태지형을 피하여 시공되어야 할 뿐만 아니라 산사태지형의 이동속도, 이동력 등의 활동도에 관한 상세한 조사가 필요하다.

3)댐으로 유입되는 토사

산사태, 암반붕락등으로 토사생산이 발생하기 때문에 매스무부멘트가 많이 분포되어 있는 유역에서는 토사에 대한 대책이 필요하게 될 것이다. 하천수의 현탁물질량(懸濁物質量)도 하천에따라 큰 차이를 보여주고 있으며 이러한 하천마다의 물질운반특성을 고려하여 시공할 필요가 있다.

4)영구동토의 융해

수로의 굴삭, 댐에 부속하는 시설물, 댐이 생김으로 인한 미기후의 변화등으로 열평형(熱平衡)이 잃어 가면 영구동토가 융해하게 된다. 이러한 융해로 인하여 법면(法面)의 붕괴나 산지사면에서의 사면붕괴나 토석류를 유발할 수 있다. 수로를 만들어야할 지역에는 영구동토의 융해로 함몰이 생길 수 있다.



남수북조선로 위치도

인용문헌

路新竟(2002) 南水北调西线工程主要工程地质问题综述。南水北调工程地质分析研究论文集, 李广诚 司富安 主编, 中国水利水电出版社, 北京, 181-191。