

## 수자원 공급, 위기와 계획

### Abastecimento Hídrico, Crise e Planejamento

*Luis Fernando Amstalden* 박사

Piracicaba 공과대학 교수

상파울루주는 브라질에서 가장 산업화된 지역이자 농업 생산량이 많은 곳이며, 국가 GDP의 55.2%<sup>1)</sup>를 아우르는 곳이다. 또한 브라질에서 영위하는 주요 국내외 산업이 집중된 곳이기도 하다. 이 지역의 집중적인 강수 시기는 여름인 12~2월 분기이며, 이 시기에 일반적으로 평균 강수량이 최대치를 기록한다. 하지만 2013년과 2014년 사이의 여름 동안 강수량은 역대 평균치를 많이 밑도는 수준이었다. 상파울루주의 역대 평균 강수량이 699mm였는데 반하여, 이 기간의 강수량은 290.4mm에 불과했다<sup>2)</sup>. 설상가상으로 기온까지 역대 최고를 기록하면서, 낮은 강수량과 더불어 상파울루의 주요 저수지를 빠르게 말라붙게 만들면서 강의 유속도 느려졌다. 경제와 사회적 영향이 나타나는 데는 그리 오랜 시간이 걸리지 않았다. 도시 지역의 물 부족 현상이 나타났고, 가정으로부터 대기업, 공공 건물, 병원 및 상가 등에 이르기까지 모두에게 영향을 미쳤다. 이런 불편함에 더하여 사람들은 경제적으로도 고통을 받게 되었다. 적은 강수량으로 인하여 농산물의 작황이 나빠져 농산물의 가격 상승으로 이어졌으며, (수력)전기 생산량이 감소하면서 전기 가격도 상승하였고, 수자원 가격까지 상승하여 가뭄에 간접적인 영향을 받는 각종 비용이 상승하였다. 도시들은 비상사태를 선포하고 배급체제로 돌입하였다. 다른 지역에서는 상수도관 수압을 낮춰 ‘은폐 배급’을 야기했는데, 이는 먼 지역의 사람들이 하루 종일 물 부족을 겪을 수도 있음을 의미했다. 상파울루주의 Campinas 지역에 위치한 Rhodia<sup>3)</sup>와 같은 기업들은 생산량을 줄였고 다른 기업들은 생산활동을 지속하기 위해 트럭으로 물을 구입해서 써야만 했다.

이 상황은 기후변화의 가능성을 암시하고 있으며, 실제로 대부분의 과학자와 국내외 연구자들은 이런 일들이 사람의 행동으로 말미암아 발생한 일이라는 것을 증명하였다. 하가 기후 원인보다도 계획과 정치적 관리능력의 오류 등의 원인이었다고 믿는 이유가 있지만 강수량 부족의 원인과는 관계없이, 남동부 지역, 특히 상파울루의 수자원 공급 위기다. 그 이유는, 설령 강수량이 줄었다 하더라도 정부가 선제적으로 행동하여 저수지를 늘

1) 출처: Brazilian Institute of Geography and Statistics. IBGE. Regional Accounts of Brazil 2012

2) 출처: CEPAGRI. Center for Meteorological Research Applied to Agriculture.

3) <http://economia.uol.com.br/noticias/bloomberg/2014/10/24/falta-dagua-paralisa-unidades-da-rhodia-e-afeta-negocios-em-sp.htm> 참조

리고 파국으로 치달을 위험성을 줄일 수도 있었기 때문이다. 정보와 경고가 부족하여 아무런 선제 조치도 취하지 않았다는 것은 변명에 불과하다는 것을 입증하고자 한다.

## 예견된 위기

상파울루의 수자원 계획 문제를 다루는데 있어 대표적인 사례가 되는 것은 Cantareira 수도 공급 시스템인데, 이는 상파울루 지역에 거주하는 약 530만 명의 주민에게 물을 공급하고 있다. 1970년대에 이 급수 시스템을 구축하는 동안, Piracicaba시에 위치한 상파울루대학교 Luiz de Queiroz 캠퍼스의 연구자들은 Piracicaba강 저수지의 저수량 감소 위험을 경고한 바 있었다.

그 당시의 연구가들에 따르면, 상파울루시 수자원 공급의 가장 좋은 방법은 Cantareira 지역에 여러 댐들을 건설하여 Atibaia와 Jaguari강의 물을 저수하는 것보다 Billings댐을 청소(준설)하는 것이 낫다고 하였다. 새로운 댐의 건설은 인구와 산업이 집중된 Campinas 지역의 물 부족 현상을 불러일으킬 것이라 하였다. 당시 브라질은 군부독재 하에 있었고, 소통을 위한 채널은 존재하지 않았다. Cantareira 시스템은 그렇게 완공되었고 상파울루시 지역의 주요 수도 공급원이 되었다. Piracicaba군의 군수는 위험을 미리 인지하고 취수원을 변경함으로써 예방 조치를 취하는 것이 가능했음을 보여주었다. 이 조치 덕에 Piracicaba시에 자리잡은 현대의 자회사 중 하나는 상파울루주의 다른 도시들에 비해 이번 가뭄의 영향을 피할 수 있었다.

1994년부터 96년 사이에 Unicamp(Campinas 대학교)의 연구자들은 ‘Piracicaba와 Capivari강 저수지의 환경의 질과 지역 개발’이라는 제목의 연구 결과를 내놓았다. 필자도 기쁘게 참여했던 이 연구는 대학교수인 Daniel Hogan 박사가 주도하였으며, 다학문적 접근을 통하여 환경과 관련된 수많은 문제들과 공급에 대한 의문점까지 진단하였다. 이 연구에서는 해당 지역의 인구 증가와 경제 발전이 지역 지속성을 위협에 빠뜨리고 있으며, 이에 따라 환경 문제들에 대한 관심이 시급하다는 점을 지적하였다. 이 연구 분석에서는 수자원의 가용성과 품질을 특히 강조하였고, 수자원의 보호와 수질 유지를 위하여 즉각적인 조치를 취할 것을 권장하였다. 수자원 보호를 위하여 강 유역의 보호, 식목 사업 및 오염 지역의 복원 등을, 수질 유지에는 도시 하수 정화, 산업 및 농업 폐기물 처리 등의 방법을 제시하였다. 일부 예외적인 경우를 제외하면, 연구에서 진단한 것들이 정부나 민간 분야의 관심사가 된 적은 없었다. Piracicaba, Capivari, Jundiai강 저수지들의 수자원을 모니터링하고 관리하는 책임이 있는 컨소시엄인 PCJ와 같은 기구에서 수행한 다른 연구에서 경고한 부분에 대해서도 비슷한 결과가 나타났다.

모든 분야에서 뚜렷하게 심각한 물 부족 현상의 가능성이 분명해졌음에도 불구하고, 2013년에 정부는 전적으로 하늘에서 내리는 비의 운에 맡기며 평균 강수량이나 그를 상회하는 비가 내리기만을 기다리며 대부분의 저수지를 채워주길 바라고 있다. 가뭄이 시작된 바로 그 때 그 예측은 사실로 드러났고, 현실은 명백하게 우리가 모든 인구에게 공

급할 충분한 저수지가 없다는 사실과 날씨에 지나치게 의존하는 일을 멈춰야 한다는 것이었다. 설상가상으로 우리는 관정과 수로를 대체할 능력을 유지하지 못하고 있으며, 심지어 수질과 오염 정도는 언급하기 힘들 정도이다.

## 물과 정치학

2014년은 브라질의 주지사와 대통령 선거가 있는 해였다. 특히 상파울루 지역에서 수천 가구가 물 부족을 겪고 여러 도시들이 비상사태를 선포하는 비현실적인 일이 일어나면서, 상파울루 주지사 당선자는 물 부족을 아예 부정하고 나섰다. 또한 이 문제에 대해 수방관해 오던 정부도 주지사에 발맞춰 기후 요소에 직접적인 책임을 돌렸고, 간접적으로는 물 소비와 배출 패턴의 문제라고 하였다. 상파울루와 다른 지역 당선자들의 태도는 정부의 책임을 부정함과 동시에 날씨와 사람들의 문제로 돌리면서, 예측하지 못한 날씨와 불운 말고 다른 문제가 없는 것처럼 행동하고 있다.

동시에 정부와 언론은 대중을 상대로 물 절약 캠페인을 펼치고 있다. 선택의 여지 없이 물 소비량은 떨어졌고, 수많은 사람들은 물을 아끼는 수밖에 없었다. 하지만 이것으로는 충분치 않았다. 사실 역사적으로 물이 많은 이 지역에 거주하는 사람들은 합리적인 물 소비 문화를 가지고 있지 못하다. 하지만 필자가 참여한 연구 및 기타 여러 연구에서 이런 요소가 지적되었음에도 불구하고, 사람들의 물 소비 방식을 바꾸는 것 또한 정부의 책임이며 이는 가뭄이 일어나기 이전에 이뤄졌어야 할 일이었다.

구체적으로, 저수지의 '불용체적'을 사용하도록 명령하였는데, 이는 다른 말로 취수구 아래에 있는 물의 양을 의미한다. 이를 위하여 남아있던 물을 뽑아낼 필요가 있었는데, 2014년 말에는 이조차도 찾기 힘들어졌다. 2015년 상반기에 강수량이 평균치를 되찾았다는 이유 하나로 파국은 겨우 면할 수 있었다. 하지만 저수지들의 저수량은 여전히 정상을 되찾지 못하고 있으며, 다음 여름의 강수량에 거의 전적으로 의존하고 있는 상태이다. 물 소비량을 감당할 만큼 충분한 비가 내리지 않으면, 지난 사례에서 경험했던 바와 같이 일부 지역과 도시들에서 파국을 맞을지도 모른다.

## 시나리오와 해결책

이 글을 쓰고 있는 지금 이 순간에도 연구가들조차 여전히 다음 여름의 날씨를 정확히 알지 못하고 있다. 파국을 면할 만큼의 충분한 비가 내리는 것이 최상의 경우이지만, 저수지들에서 사용한 수량을 전부 보충하지는 못할 것이다. 불행하게도 현재로서는 저수지들이 취약하여 불규칙한 날씨 요소에 의존할 수밖에 없다.

하지만 앞으로 저수량을 늘리고 관정과 관개를 유지하며, 새로운 수자원 취수와 분배 방식을 만들어 내고, 현재의 분배 시스템 하에서 벌어지는 엄청난 수자원 손실 문제를 개선하며 사람들의 수자원 소비 패턴을 바꿔 자원을 보존하게 하는 집중적인 노력이 필

요하다.

저수량 증가는 새로운 저수지 건설을 의미하지만 거대하고 비싼 저수지들이 필요하다는 것은 아니다. 국토 남동부와 전체의 소규모 취락에서 환경 영향과 경제적 비용이 적은 작은 댐들을 만들어 취수원을 다양화하는 것이 가능하다.

관정의 보존이란 도시와 농촌 지역에서 점유한 관정과 수원들에 대한 엄격한 조사를 시행하고, 보존 지역에서는 확장을 억제하며 수원 지역 주변의 강가 식목사업과 초지 복원 등을 추진하는 것을 의미한다. 이는 또한 도시 하수와 산업 폐수, 그리고 농축산 폐수에 대한 즉각적인 계획 수립을 의미하기도 한다.

수자원 취수와 활용에 대한 대안은 지하수 자원의 사용에 대한 계획과 규칙의 수립, 그리고 빗물과 재활용된 물의 비음용 목적 활용으로부터 출발한다. 또한 우리는 물 재활용 시설과 빗물 수집, 보존 장치 건축을 지원하는 법안 제정을 제안한다. 이는 새로운 건축물이나 프로젝트에서 반드시 이에 해당하는 장비를 사용하도록 하는 법안을 통하여 이루어 질 수 있으며, 또한 재산세 할인을 제공하는 방법도 가능하다.

누수 등의 손실을 막기 위해서는 급수 시설 개조가 필요하다. 이런 방법은 비용이 많이 들지만, 꼭 필요한 일이며 시급하다. 이 부분에 대한 투자 지연은 장기적으로 더 많은 지출을 불러일으킨다. 국민들의 수자원 남용을 막기 위해서는 합리적인 소비 방법과 폐수 절감에 대하여 교육함과 동시에 강 유역 및 수로의 보존작업 참여 독려, 불법적인 취수 및 벌목의 협동 단속, 정부 활동 비판과 확실한 행동 요구 등이 있으며, 정부뿐만 아니라 지방자치단체 역시 이 대상에 포함된다. 이는 시민의식을 고취하여 자연의 자원들을 보존하는 일에 대중의 행동을 이끌어 내는 효과가 있다.

이러한 제안의 실현은 Consórcios de Bacias (Bacias 컨소시엄)과 같은 기관이 자율성을 가지고 취수 지역에서의 합리적인 사용과 소규모 지역에서의 경제 활동 규제 등을 하면서 이뤄질 수 있다. 이 제안은 경제 개발 촉진과 자원 보호라는 끊임없는 논쟁에 부딪히게 될 것이다. 그렇지만 자원 없는 개발은 파국으로 치닫는다는 사실을 모두가 반드시 기억해야만 한다.

마지막으로 우리는 소규모 환경 지역과 새로운 공공/국내에서의 물 재활용, 수집 및 급수 설비에 대한 새로운 연구 개발을 제안한다. 이것은 학문 및 기술 연구분야뿐만 아니라 관련 장비 (배수구, 국내 및 산업용 탱크 및 배관, 관개 및 관련 장비) 분야에서 근무하는 기업까지 모두 참여하여 수행될 수 있다.

## 환영할 만한 위기?

흔히들 어려운 상황이 변화와 발전을 이뤄낸다고 한다. 불행히도 이 말이 항상 사실인

것은 아니다. 우리는 구식의 경제체제와 습관적인 행동을 고집했던 사회와 문명들의 역사적 사례를 찾아볼 수 있다. 하지만 변화라는 것이 안정된 시기보다 위기의 때에 찾아온다고 하면 조금 더 그럴듯한 말이 된다. 이런 맥락에서, 2013~14년간의 가뭄이 브라질 정치, 특히 남동부 지역 정치계의 천연 자원과 수자원, 개발 계획에 대한 터닝포인트로 작용할 수도 있다. 만약 강수량이 계속 평균치를 밑돌게 되면, 이런 노력들은 필수불가결한 것이 될 것이다. 한 가지 의문이 드는 점은 이런 노력들이 대중의 참여와 기술적 분야의 병행으로 이뤄질 것인가, 아니면 여태까지 그래왔던 것처럼 강제적인 방향으로 이루어질 것인가 하는 점이다. 즉, 사람들이 자원 관리와 개발 계획에 있어 더욱 더 투명성을 요구할 것인가 하는 것이다. 필자의 관점에서, 이 부분에 대하여 말라붙어 버린, 혹은 거의 말라붙은 수도꼭지가 가장 강력한 동기가 될 것이라고 본다.

큰 손실을 입거나 폭동의 가능성이 있다는 점은 부끄러운 일이지만, 사전에 이루어진 것이 아무것도 없기에 사회적 비용을 부담하지 않고 이런 과정이 가능하리란 보장은 없다. 이런 위기가 우리를 지속 가능한 상황으로 변화시킬 수만 있다면 환영할만한 것이다.

#### [참고문헌]

- Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. Contas Regionais do Brasil 2012
- Fonte: CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas aplicado à agricultura.  
<http://www.cepagri.unicamp.br/>
- Ver  
<http://economia.uol.com.br/noticias/bloomberg/2014/10/24/falta-dagua-paralisa-unidades-da-rhodia-e-afeta-negocios-em-sp.htm>
- Para mais informações sobre a falta de percepção dos problemas ambientais, inclusive o consumo de água, ver meu trabalho de doutorado: “Percepções Ambientais. Uma Análise de Preocupações e Atitudes no Contexto Atual” UNICAMP. 2003.
- São Paulo é rico em aquíferos extensos, como o Bauru e o Guarani. Este último, o maior do mundo, tem parte de sua área no Estado e se estende por quatro países da América Latina. A utilização destas reservas, no entanto, precisa de estudos e racionalização. Também é necessário protegê-los da percolação de poluentes, exploração ilegal ou excessiva e destruição de áreas de reposição. Para mais detalhes das características dos aquíferos do Estado, ver “As águas subterrâneas do Estado de São Paulo” Mara Akie Iritani, Sibebe Ezaki. - São Paulo : Secretaria de Estado do Meio Ambiente - SMA, 2008.

작성일: 2015년 10월 12일



EMERiCs의 사전 동의 없이, 상업 상 또는 다른 목적으로 본 칼럼의 내용을 전재하거나 제 3자에게 배포하는 것을 금합니다. 본 칼럼에 대한 저작권 책임은 작성자 본인에게 있으며 KIEP 및 EMERiCs의 공식적인 입장을 대변하고 있지 않습니다.