

수자원의 효율적인 이용을 위한 자원종합이용계획(Integrated Resources Planning: IRP)의 적용

김자겸 (한국수자원공사 거제사무소 과장)

1. 개요

물은 그 성질상 공공의 복지와 번영에 가장 기본적으로 필요한 자원이며 모든 환경요소에 의한 결과물에 그대로 반영된다. 과거에도 그랬지만 현대생활에서의 물의 중요성은 더욱 말할 나위가 없다.

이렇게 소중한 물을 우리는 지금 얼마나 현명하게 사용하고 있는지, 그리고 그 소중함을 우리가 제대로 인식하고 있는지는 현재의 상황으로 미루어 볼 때 고개를 흔들게 만든다.

우리 나라는 연중 비가 내리고 사방에 강, 하천, 저수지가 많이 있어 마치 물이 아주 풍부한 나라인 것처럼 느껴진다. 하지만 우리 나라의 강우의 특성은 지역적으로 편차가 심하며 또한 우기인 6월부터 9월에 전체 강수량의 2/3가 집중되어 수자원의 유입이 계절적으로 편중되는 현상을 보이고 있을 뿐 아니라, 높은 인구 밀도는 국민 1인당 강수량을 세계 평균 강수량의 10%에 불과하게 하여 실질적으로 국민에게 돌아가는 수자원은 아주 적은 나라에 속한다. 더구나 높은 경제 성장에 따른 생활용수 및 공업용수의 급격한 수요 증가는 제한된 수자원의 효율적인 이용이 없이는 경제 발전을 저해하는 결정적인 요소로 작용할 뿐만 아니라, 국민의 생활에 막대한 불편을 초래할 것으로 예상된다.

이러한 물의 시기적, 지역적인 편중 현상을 해결하여 필요한 지역에서 원하는 시기에 원하는 양을 사용하기 위하여는 물을 공간적, 시간적으로 재배치하는 시설이 필요하다. 즉 비가 많이 내리는 시기에 물을 저장하였다가 필요한 시기에 필요한 곳에서 사용할

수 있도록 하는 시설이 필요한 것이다.

댐은 이러한 시설의 대표적인 것으로서 96년 현재까지 저수용량 1 천만톤 이상의 저수시설은 전국적으로 826개로서 약 127 억톤의 물을 공급하고 있다.

하지만 앞으로 우리 나라는 국민생활수준의 향상과 산업화의 진전으로 용수수요가 계속 늘어나 2011년에는 1994년보다 추가로 66억 m³이 필요할 것으로 예상된다.

2. 신규 수자원의 개발에 있어서 문제점

용수수요의 증가에 따른 신규수자원을 확보하는 방법 중에 가장 확실한 방법인 댐의 건설이다. 하지만 우리 나라의 경우 현재는 댐건설 적지가 근본적으로 부족할 뿐만 아니라, 현재 계획된 28개의 댐을 다 건설한다 하더라도 2021년에는 예비율이 4%에 불과하여 적절한 수자원공급에 어려움을 더 할 것으로 예상된다.

또한 물가 및 지가의 상승으로 인한 공사비 및 보상비의 양 등은 수자원개발에 필요한 투자재원을 마련하는데 어려움을 가중시키고 있다.

더구나 댐의 건설은 다른 공공사업과는 달리 건설로 인한 수몰지가 대규모로 발생되며 이로 인한 수몰지역 주민들의 생활기반이 상실됨은 물론 개발 후에도 댐 인근지역의 생태계변화, 상수원보호로 인한 주변지역의 개발제한등의 문제로 주변 지역주민의 반대가 극심한 것이 사실이다. 또한 지방자치체간의 용수배분에 대한 갈등도 지방자치시대의 시작과 함께 점차 표면화하고 있으며, 이러한 수리권에 대한 문제

는 날로 심각해질 것으로 예상된다.

이와 같이 우리의 실정상 신규 수자원의 개발에는 현재의 접근 방식으로는 풀기 어려운 여러 가지 난제들이 산적해 있으며, 실제로도 신규 댐의 건설은 민원으로 인하여 계획보다 늦어지고 있는 실정이다. 또한 수자원의 개발방식 또한 지방자치시대가 열렸음에도 불구하고 과거 중앙집권시절의 산물인 중앙정부의 단독 결정과 이에 대한 의사결정과정의 폐쇄성으로 인하여 실효성과 유연성을 가진 계획을 수립할 수 없는 환경에 놓여있다고 하겠다.

3. 새로운 수자원계획수단으로서의 IRP 개념

선진국의 경우 이렇게 여러 문제들이 복합적으로 얽혀 있는 수자원개발문제를 해결하는데 있어서 과거의 접근 방법으로는 새로운 수많은 환경문제나 수요자에 대한 문제들을 해결하기에 부적절하다는 것을 알았다. 따라서 최근 미국을 중심으로 한 선진국사이에서 날로 심각해지는 물 문제를 효율적으로 해결하기 위한 수단의 하나로 종합수자원계획(Integrated Resources Planning: 이하 IRP)이 새로운 수자원계획 개념으로 자리잡고 있으며 실효를 거두고 있다. 따라서 본 고에서는 IRP에 대한 개괄적인 소개와 도입의 필요성에 대하여 논하고자 한다.

IRP는 원래 미국의 전력산업에서 1980년 후반에 전력생산비용의 상승에 효율적으로 대응하기 위한 전략에서부터 시작하였다. 1970년대 원유가의 급등이 있기 전까지 전력산업에서는 규모경제 논리에 의하여 전기의 판매증가는 전력단가의 하락을 가져왔다. 하지만 1970년대 이후부터 원유가격 및 발전소 건설비의 상승은 규모경제가 더 이상 설득력이 없다는 것이 증명되었으며 공급측면만을 고려한 계획은 오히려 전력단가의 급등을 야기시켰다. 이에 전력회사, 행정당국 및 수요자들은 전력요금을 안정화시키면서 환경에 미치는 악영향을 저감시키기 위한 방법으로서 IRP를 새로운 대안으로서 채택하였다. 현재 전력사업에 관하여는 미국의 대부분의 주에서 IRP를 필수적인 계획형태로 요구하고 있으며 전기와 경쟁관계에 있는 천

연가스 산업분야에도 도입이 추진되고 있다.

자원종합이용계획, 즉 IRP의 시작은 무한한 수자원이라는 개념에서 수자원은 제한된 자원이라는 인식의 전환에서부터 시작된 것이다. IRP에서 수자원계획은 과거에 주로 사용되던 방식인 장래의 수요에 맞춘 공급 수단의 제공이라는 개념과는 달리 장래의 각 변수에 대한 불확정성을 감안한 장기계획으로서, 수자원에 대한 가용한 공급 및 수요의 요소를 조합하여 만들어진 다양한 시나리오들에 대한 최소비용분석과 해당지역 주민을 참여시켜 개방적인 의사결정 과정을 거치면서 물에 관한 정책에 관련된 많은 기관의 입장을 고려하는 점등 수자원 계획에 영향을 주는 요소들이나, 그리고 영향을 받는 넓은 범위의 상호 관련된 사항들에 대하여 포괄적으로 접근하는 논리적인 방법이다. 따라서 IRP에서는 과거의 수자원공급계획에 대한 해석방법뿐만 아니라 수자원이용 효율에 대한 다양한 해석, 각 대안의 불확실성에 대한 주의 깊은 고려, 대중에게 알리고 참여시키려는 세련된 노력이 포함되어 있다.

IRP에서 공급 요소로는 지표수, 지하수, 재이용수, 해수의 담수화 등이 고려되고, 수요 요소로는 소비자에 의한 수요, 지하수 함양 및 절수에 의한 절감분 등이 있다. 이 계획에서 절수(water conservation)는 장기수자원 수급에 대한 수요를 감소시킬 수 있는 수단중의 하나로서 공급요소와 같이 매우 중요한 개념으로 다루어진다.

IRP는 모든 시기에 수자원에 대한 모든 수요를 맞추어야 한다는 것은 의미하는 것은 아니다. 그것보다는 수자원 공급에 대한 신뢰성을 증가시키려는 경우에는 비용의 증가를 가져오며, 또한 환경에의 피해를 가중시킬 수 있다는 것이다. 따라서 신뢰성과 최소비용 및 환경영향 저감 기준 사이의 적절한 균형을 이루어야 한다. 적절한 균형점을 찾는 것은 각 지역의 실정에 따라 다르지만, 이러한 균형점을 찾으려는 과정이 IRP의 중요한 특징중의 하나이다.

또 다른 IRP의 특징중의 하나는 각 대안에 있어서 불확정성을 포함한다는 점이다. 아무리 다양하고 좋은 예측을 한다하여도 미래의 결과는 현재 예측한 대

로 전개되는 것은 아니다. 수요예측, 비용, 물가상승, 법, 제도적인 측면, 건설기간, 수자원의 가용정도에 대한 예측은 현재로서 모두가 불확실한 것들이다. 이러한 불확정성에 대한 위험도를 감안하여 최종 결정된 1개 또는 2~3개의 IRP는 해당지역의 미래 수자원에 대하여 추구하는 전략이 되는 것이다.

적절한 수자원수급전략을 만들기 위하여는 다음과 같은 단계적인 절차가 필요하다.

1) 1단계 - 계획의 목적 및 평가기준 정립

분명한 목적을 정립하는 것은 성공적인 IRP를 위한 선결 조건이다. 이러한 의사결정의 구성에는 평가수단의 개발이 포함되어야 한다. 다양한 평가기준은 사안에 따라 서로 상치되는 경우도 있다. 이렇게 수원의 선정에 대하여 상치되는 사항에 대하여는 각 평가기준에 대하여 평가결과를 명백히 하여야 한다. 그래야만 의사결정자가 각 안에 대한 장단점을 검토하여 최적의 결정을 내릴 수 있기 때문이다.

또한 IRP의 적용범위를 결정함에 있어서 적용 폭을 넓히는데 소요되는 비용과 돌아올 혜택사이의 관계를 잘 분석하여 결정하여야 한다. IRP로 인하여 받을 이익을 예측할 때에는 다음 사항들에 대한 확신을 근거로 하여 설정되어야 한다. 모든 중요한 요소들은 고려되었고, 계획의 실행상에 포함된 중요한 사람이나 관련 이해집단이 원하는 바가 포함되었다는 점이다. 그리고 계획에 소요될 잠재적인 비용에는 이 계획을 실행하는데 추가로 소요되는 시간 및 가용 자원, 그리고 이렇게 복잡한 계획이 스스로 자리잡을 가능성에 대한 사항까지를 포함하여야 한다.

2) 2단계 - 적절한 구성요소의 참여

정치 지도자, 중요한 이해관련 집단 및 대중을 참여시키고 그들에게 필요한 정보를 제공하는 과정은 IRP의 또 다른 특징이다. IRP의 수행과정은 다양한 구성요소에게 정보를 제공함과 동시에 그들로부터 정보를 요청하는 과정이 포함되어야 한다.

3) 3단계 - 다양한 시나리오에 대한 수요 예측

수요 예측은 전형적인 계획행위의 한 요소이며, 수자원전략의 평가에 중요한 사항이다. IRP의 효율성은 수요의 기본적인 형태에 따라 좌우된다. 불확정성을 고려하는 것이 IRP에서는 중요한 요소이므로 수요의 예측에 있어서는 장치 수요에 대한 불확정성을 면밀히 고려하여 결정하여야 한다. IRP의 수행과정에서 계획을 주관하는 기관에서는 과거와는 달리 수요만을 맞추는 공급계획을 세우지는 않는다. 그 대신 IRP에서는 수요자의 요구에 따라 계획을 변경시키는 대안을 고려한다. IRP에서는 수요측면의 요소의 적절한 조합을 개발하는 필요성은 지형적인 분포, 수요자의 계층, 최종수요자의 수요 패턴 등에 중점을 둔 자세한 수요예측을 요구한다.

IRP에서는 상충되는 목적사이의 균형을 이루어야 한다. 수요예측은 이러한 균형을 잡기 위한 한가지 수단으로서 사용된다. 최종사용 용도에 대한 예측은 절수수단의 평가에 사용된다.

4) 4단계 - 공급안에 대한 평가

가능한 여러 가지 다양한 공급안을 분명히 하고 그 안에 대하여 다중으로 면밀히 검토한다. 공급안에는 각 안에 대한 공급원, 공급가능량, 공급가능성에 대한 신뢰도 및 공급대상 등이 포함되어야 한다.

5) 5단계 - 사용 효율과 절수안에 대한 평가

이 단계는 4단계에 상응하는 수요측면에 대한 것이다. 검토되는 절수안은 여러 가지의 가격제도와 재사용(재사용은 또한 공급측면에 들 수도 있다)을 포함하며 절수를 공급측 각 요소들과 동등하게 자원으로서 생각하는 것은 IRP의 중요한 요소이다. 절수는 물 수요를 감소시키는 요소로서 장기계획에 포함되며, 또한 수자원 장기 수급의 균형을 이루기 위하여 공급측면과 연계된 자원으로 고려된다.

하지만 절수와 제한급수와는 개념이 달라야 한다. 제한 공급은 물의 부족에 따른 것으로서 단기적이며 불편함이나 어려운 일 혹은 수요자로 하여금 경제적인 손실을 느끼게 하는 요소를 가지고 있다. IRP에서는 제한급수는 자원으로 생각하지 않으며, 대신 불확

실한 사실로서 취급된다.

계획 입안자는 각 프로그램과 관련되어 절수되는 양을 시간의 경과에 따라 예측하여야 한다. 절수되는 물의 양을 결정하는 중요한 요소는 수요자의 프로그램에의 참여도이다. 이 경우 수요자의 참여비율은 예측하기 어렵지만, 참여비율의 높고 낮음은 부분적으로는 프로그램의 적용방식의 범위가 수요자의 구미에 맞게 잘 편성되었는가에 달려있기도 하다. 따라서 절수프로그램의 구성은 프로그램의 적용도가 낮은 경우에는 수시로 변경되어야 한다.

절수프로그램은 다양한 차원에서 성격이 결정되어야 한다. 예를 들면,

- (1) 프로그램에 소요되는 비용의 현가
- (2) 프로그램의 적용기간에 따른 총 절수량
- (3) 연 최대 절수량
- (4) 단위 절수량에 따른 소요 비용
- (5) 프로그램의 적용에 따른 감소된 수입의 현가

이러한 요소들에 대한 평가는 공급의 경우와 마찬가지로 각 변수에 대한 불확정성에 대한 분석을 포함. 가정용수의 경우 사용량은 설비의 특징적인 면과 수요자의 습관적인 문제에 따라 다르다. 많은 경우 두 요소는 불확실하다. 절수에 대한 평가는 잠재적인 대체효과로 인하여 더욱 더 복잡하여진다.(예: 수요자가 절수용기를 다는 대신 목욕 시에 더 많은 물을 사용하는 것등)

6) 6단계 - 수자원전략의 평가 및 형식화

앞의 평가 과정에서 나타난 각 종의 가용수자원에 대한 대안은 잘 결합되어야 한다. 이 과정에서는 계획의 목적에 맞는 최적자원활용계획을 명확히 할 수 있도록 계획과정의 모든 요소를 결합시켜야 한다.

7) 7단계 - 선호하는 전략의 선정

IRP는 하나의 가치를 기준으로 하는 최고의 전략을 선정하는 것이 아니라, 수많은 대안에 대한 적용결정을 유도할 수 있는 전략으로 되어야 한다. 이 경우 의사결정자는 몇 개의 대안 중에서 적절한 계획을 어떻게 선택할 수 있는지에 대한 두 가지 방법이 있다.

(1) 분명히 각 요소들에 대한 순위를 결정하여 종합순위가 높은 전략을 선정하는 방법

(2) 주관적인 결정으로서 최종 의사결정자가 3~4개의 대안 중에서 하나를 결정하는 방법

각 안에 대한 장·단점은 있지만 각 방법에 대한 장·단점보다는 이렇게 여러 단계의 계획행위를 거쳐 선정되는 계획은 여러 사람 및 이해집단의 동의에서 출발하기 때문에 계획의 실행이 과거의 방법보다는 확실하다는 장점을 가지고 있다.

IRP는 한번으로 끝나는 전략이 아니라 기(既) 검토단계에서 발생되었던 문제점을 가지고 시간이 흐름에 따라 장래 조건의 변경에 따라 계속 수정되어야 한다. 좋은 자원이용전략은 단순히 계획기간에 자원의 보충으로 끝나는 일차원적인 진행과정이 되어서 안된다. 각 요소의 변경이나 외부의 조건이 바뀔 때에 따라 설정과 가정의 과정을 반복하여야 한다.

각 부분에 대하여 검토되는 정도는 의사결정자의 관점에서 현재의 필요성과 계획 요소상의 불확실한 정도와의 균형을 이루어야 한다. 이러한 전략은 단기적으로는 상세한 청사진에서부터 장기적으로는 거시적인 지침도에서 전개되어야 한다.

4. 결 론

IRP는 기존에 수행하던 수자원계획과 완전히 다른 계획형태는 아니다. IRP에서는 기존의 수자원계획에서 수행하던 대부분의 요소들을 포함한다. 하지만 몇 가지 다른점은 환경보전에 대한 폭 넓은 해석과 계획의 실행에 따른 불확실성에 대한 고려, 이해 당사자 및 대중을 참여시키고 정보를 교환하려는 세련된 시도 등이며 의사결정은 대부분 서로 상치되는 목적들 간의 균형을 이루려는 노력에서 이루어진다는 사실이다. IRP가 추구하는 바는 서로 다른 이해관계속에 존재하는 상쇄적 교환관계(trade-offs)를 제시하고 분석함으로써 실행에 있어서 보다 쉬우면서도 질적으로 나은 의사결정을 하고자 함이다.

이와 같이 자원종합이용계획(IRP)은 그 특징이 다양한 대안들에 대한 가능한 조합과 조합에 따른 최소

비용분석, 계획에 있어서의 각 이해집단의 참여성 및 의사결정의 개방성과 정보의 교환에 따른 상호 신뢰성의 확보 등이다.

물론 이러한 복잡한 계획형태는 계획수립에 걸리는 시간이 장기간 소요되고 계획진행중에도 외부여건의 변동으로 다시 시작해야하는 경우도 발생한다. 하지만 외국의 경우 계획의 실행성이 보장된다는 것이 이미 증명된 계획형태이고, 추가적인 수자원확보를 위한 댐의 건설시 민원에 의해 지연되는 공사기간과 공사중의 어려움을 감안한다면 IRP에 소요되는 계획기간은 길다고만 할 수도 없다.

또한 우리 나라와 같이 댐건설 적지 부족이라는 물리적인 제한조건과 개발을 한다 하더라도 지방화시대가 자리를 잡아갈수록 개발에 소요되는 경제적, 환경

적 및 사회적 비용이 증가되고 있는 상황에서는 IRP와 같이 처음부터 차근차근히 단계를 밟아 각기 상치되는 이해나 갈등을 흡수하여 수자원개발에 관련된 이해를 조정함으로써 최적의 대안을 선정하고 선정된안에 대하여 실행의 가능성을 높이는 방법을 택하는 것이 21세기 부족한 수자원을 확보하는 가장 확실한 길이라고 하겠다.

마지막으로 저자가 제안하는 것은 절수라는 말보다 다른 용어를 사용하는 것에 대한 것이다. 제한급수나 생활상의 불편함이라는 뉘앙스를 풍기는 절수라는 말보다는 물을 아껴쓰므로써 환경을 보전한다는 water conversation의 본 뜻에 가까운 '물 아껴쓰기'라는 말로서 과거의 절수라는 단어를 대신하는 것이 어떨까 한다. ●

〈 참고 문헌 〉

1. 전국통계연감, 한국도시행정연구소(1993)
2. Fiske, G. & C. Melendy, "Integrated Resources Planning(IRP) Guidelines", American Water Works Association(1995 2.)
3. Gardener, E. V., Denver Waters IRP process: Getting buy-in from the public for conservation, In the Proceedings of conserv96 Conference, pp.681-685 (1996)
4. Barnes, M. J. et al., The Conservation Challenge for United Water New York, In the Proceedings of conserv96 Conference, pp.619-624(1996)
5. Jordan, J. L., A Case Study of Using Price to Conserve Water, In the Proceedings of conserv96 Conference, pp.491-497(1996)
6. 수자원장기종합개발계획(97-2011), 건설교통부 (1996. 12)
7. 상수도통계, 환경부(1995)
8. Maddaus, W. et al., Water Saving From Water Conservation Best Management Practices in Southern California, In the Proceedings of conserv96 Conference, pp.755-762(1996)
9. Okun, D., Meeting Growing Urban Water Needs Through Water Reclamation and Reuse, In the Proceedings of The Fifth National Conference on Environmental Issues, Water : Our Next Crisis, Internet(URL: :http://www.acnatsc.org/erd/ea/) (1996)