

Scenario Planning: 불확실한 미래를 대비한 최적시스템 결정



강 두 선 |

수원대학교 토목공학과 교수
doosunkang@gmail.com



최 시 중 |

한국건설기술연구원 수자원연구실 전임연구원
sjchoi@kict.re.kr



김 중 훈 |

고려대학교 건축사회환경공학부 교수
jaykim@korea.ac.kr

1. 서론

우리가 살고 있는 세상은 언제나 불확실성(uncertainty)을 내포하고 있다. 따라서 수자원시스템의 계획, 설계, 건설, 운영의 각 단계마다 어떻게 펼쳐질지 모를 미래의 불확실성을 고려하지 않을 수 없다. 수자원시스템을 포함한 사회기반시설을 구축하는 사업은 대부분 대규모 비용이 드는 국책사업이며, 자칫 구축된 시스템이 안정적으로 그 기능을 발휘하지 못할 경우(불안정의 원인이 계획

단계에서의 오류이든, 사업 후 운영상의 미숙함이든, 혹은 자연재해에 의한 손실이든지 간에) 그 피해규모는 막대하며, 그로 인한 국민들의 신뢰감 상실 또한 간과할 수 없는 문제일 것이다. 그러므로 사회기반시설의 계획과 추진단계에서는 다양한 미래상황을 고려하는 것이 필수적이며, 그럼으로써 자칫 예측된 범위를 벗어난 상황이 발생할 경우에도, 사회전반적인 혼란과 피해를 최소화하고 막대한 경제적 손실을 줄일 수 있을 것이다.

최근 들어, 수자원 전문가들은 과거에는 미처 생각하지 못했던 수많은 변화들에 직면하고 있다(City of Tucson Water Department, 2004). 예를 들면, 기후변화에 의해 빈번히 발생하는 홍수와 가뭄, 수요자들의 인식변화, 급격한 도시화, 중수도 재사용 및 해수담수화 등 대체수자원 개발 및 수원 다중화의 필요성 등이 그것이며, 이렇게 변화하는 환경에서 의사결정자들은 매우 복잡하면서도 중대한 결정을 내려야한다. 하지만, 수많은 요인들이 급변하는 상황에서 미래상황을 정확히 예측하기란 불가능하다. 대신, 발생 가능한 다양한 미래의 현상, 범위를 규정하고 이에 전략적으로 대처함으로써(피할 수 없는) 오류를 최소화 하는 것이 최선의 방법이 될 것이다. 본고에서는 경영분야에서 주목을 받고 있는 시나리오 플래닝(scenario planning) 기법을 소개하고, 이를 다양한 수자원분야에 적용할 수 있는 방안을 제안하고자 한다.

2. 불확실성의 정의

불확실성(uncertainty)이란, 통상적으로, 시스템이 감당할 수 있는 범위를 벗어난 사건(event)의 발생가능성을 의미한다(Mays and Tung 1992). 실제로, 시스템의 계획, 설계, 운영, 그리고 의사결정의 일련의 과정들은 이러한 불확실성이 존재하는 상황에서 이루어지는 경우가 대부분이며, 시스템의 신뢰성(reliability) 및 안전성(stability)은 결국 이러한 불확실성의 종류 및 규모와 밀접한 관련이 있다고 할 수 있다. 아래에 불확실성과 더불어 자주 언급되는 몇 가지 개념들을 정리하였다.

- 불확실성(uncertainty): 확실성의 결여, 즉, *하나이상의 가능성의 존재*
- 위험도(risk): 불확실성으로부터 기인한 손실, 재난 등 *바람직하지 않은 결과물* 혹은 그 발생 가능성
- 후회비용(regret cost): 불확실한 미래에 대한 잘못된 판단에 따른 손실 혹은 추가적으로 요구되는 비용 및 대가

위의 개념들에서 알 수 있는 바와 같이, 위험도나 후회비용은 항상 시스템의 불확실성으로부터 기인한다. 즉, 불확실성은 리스크와 후회를 초래하게 된다.

3. 불확실성을 고려한 의사결정

불확실성은 종종 사회기반시설의 불안정 및 붕괴의 주된 원인이 되기도 한다. 일반적으로 시스템의 구축 및 운영과정에서 시설물의 배치, 규모, 운영상의 의사결정은 예측된 미래상황에 대한 시스템의 반응결과를 감안하여 결정되어진다. 하지만, 시스템의 몇몇 구성요소들이 불확실성에 취약한 경우(혹은 민감하게 반응하는 경우), 예측된 범위를 벗어난 상황이 발생하였을 때, 시스템이 감당할 수 있

는 범위를 벗어난 예기치 못한 결과가 초래되기도 한다. 과거 대다수의 수자원시스템의 의사결정 과정은 그림 1(a)에 보여 지는 바와 같이 일차원적인 관점(시간)이 주류를 이루고 있어서, 하나의 미래 즉, 가장 발생 가능성(확률)이 높은 미래 혹은 가장 선호도가 높은 미래가 선택이 되고, 그 미래를 대비한 계획들이 세워지곤 했다. 이러한 접근방법은 불확실성이 상대적으로 낮거나 혹은 목적과 범위가 비교적 잘 정의된 상황에서는 적용가능하나, 불확실성이 상대적으로 높거나 시간에 따라 급변하는 환경에서는 위험도(risk)가 높을 수밖에 없다. 이러한 의사결정방법은 다양한 외부조건에 대한 시스템의 반응을 고려할 수 있는 장치가 마련되어 있지 않다. 불확실성을 제대로 시스템의 계획 및 설계, 운영과정에 반영하기 위해서는 그림 1(b)과 같은 다차원적인 접근방법이 필요하다. 즉, 하나의 미래 상황만을 고려하지 않고, 여러 가지 상황을 포괄함으로써 보다 유연한 시스템구축이 가능한 것이다.

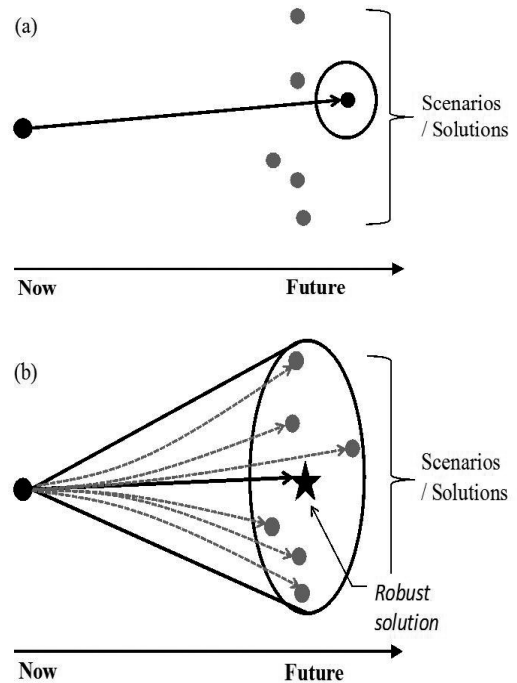


그림 1. 의사결정방법 (a) 1차원 접근방법, (b) 다차원 접근방법

4. 시나리오(Scenario)와 시나리오 플래닝(Scenario Planning)

불확실성은 종종 미래에 대한 예측(prediction)을 강요하는데, 그러한 예측은 항상 틀리게 마련이다. 왜냐하면, 예측은 하나의 미래만을 가정하기 때문이다. 일차원적인 예측보다는 다양한 미래상황을 가정하고 이에 대한 대책을 마련해야 하는데, 이를 위해서는 시나리오(scenario)의 구성이 효율적이다.

- 시나리오란, 미래에 발생할 수 있는 여러 가지의 상황 혹은 미래를 바라보는 다양한 시선 및 관점을 의미한다.
- 시나리오 플래닝이란 이처럼 의미 있는 시나리오를 선택하고 그에 따른 대응전략을 모색하는 기법이라 할 수 있다.

그러므로 시나리오 플래닝은 예측이나 예언을 위한 도구가 아니라 불확실한 미래에 대응전략을 모색하는 기법이라 할 수 있으며, 미래의 이야기, 미래를 다루는 모든 행위에 활용될 수 있다(Van der Heijden, 2005). 따라서 예측가능하고 비교적 잘 알려진 미래의 상황보다는 시나리오 플래닝의 핵심은 바로 주어진 문제와 관련된 불확실성에 초점을 맞춰, 중요한 의사결정을 내리기 위한 중, 장기계획 수립에 유용하게 활용될 수 있다. 시나리오 플래닝 기법은 다음과 같은 장점을 갖고 있다.

- 적응력 있고 유연한 미래전략을 세울 수 있다.
- 현재 수립된 전략이 미래상황에 맞는지 점검한다.
- 위급한 상황에 대처할 수 있다 (비용 및 손실 최소화).
- 비전을 달성할 수 있는 방법을 모색한다.

5. 시나리오 플래닝의 절차

시스템의 계획에 있어 가장 중요한 것은 오늘 내

려진 결정이 미래에도 충분한 유연성을 발휘할 수 있어야 한다는 것이다. 즉, 시간이 지남에 따라 어쩔 수 없이 발생하는 불확실성에 대응하기 위해서는 지금 이 순간 내려진 결정이 많은 변화요인들을 포함하는 유연성 있는 선택이어야 한다는 것이다. 이러한 관점에서 볼 때, 일차원적 계획기법은 흔히 가장 발생확률이 높은(혹은 높다고 예측되는) 미래를 선택하는 경우가 많은데, 이러한 분석법은 계획의 유연성을 감소시키고 불확실성에 대한 취약성을 오히려 높이는 결과를 초래한다. 이에 반해, 시나리오 플래닝 기법은 많은 가능한 미래의 경우에 대비함으로써 시스템의 계획단계에서 유연성을 제공한다. 이를 위해, 시나리오 플래닝에서는 모든 가능한 시나리오가 모두 동일한 발생확률을 가지고 있는 것으로 가정한다. 아래에 시나리오 플래닝의 다섯 가지 절차를 간단하게 요약하였다(Schwartz 1991).

1) 1단계: 핵심이슈 파악 (Frame the Question /Issue)

첫 번째 단계는 해결하고자 하는 문제(이슈)를 파악하는 것이다. 이를 위해서는 의사결정자들 간의 브레인스토밍(brainstorming)과 의견교환과정이 필요하다. 리스트를 작성한 후 충분한 토론을 통해 당면한 현안 중 가장 중요한 핵심이슈를 선정한다.

2) 2단계: 핵심이슈와 관련이 있는 변화동인 파악 (Identify the Driving Forces)

두 번째 단계에서는 1단계에서 선정된 핵심이슈와 연관이 있는 변화동인(driving force)을 파악한다. 1단계와 마찬가지로 의사결정자들 간의 충분한 토론과 대화가 필요하다. 토의과정에서 언급된 모든 아이디어를 리스트로 작성한 후, 작성된 여러 변화동인들의 등급을 평가한다. 여러 변화동인들을 상대적인 중요도(Importance)와 불확실성정도(uncertainty)에 따라 4분위좌표(quadrant)에 도

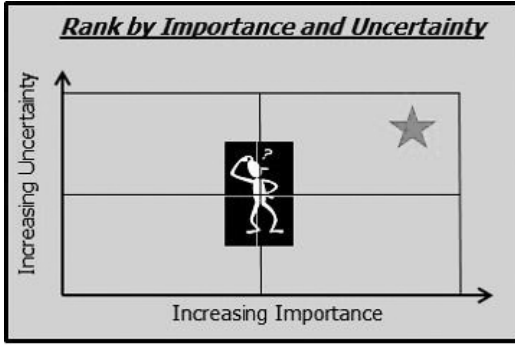


그림 2. 변화동인 4분위표

시하여 가장 중요도가 높으면서 또한 가장 불확실한 변화동인을 선정한다(그림 2 참조). 이때 주의할 점은 너무 많은 변화동인을 선정하지 않도록 하는 것이다(최대 변화동인이 3개를 초과하지 않도록 주의한다).

3) 3단계: 시나리오 매트릭스 구성 (Create the Scenario Matrix and Describe the Scenarios)

세 번째 단계는 2단계에서 선정된 핵심 변화동인을 이용해서 시나리오를 구성하는 단계이다. 즉, 핵심 변화동인을 x축과 y축(변화동인이 3개인 경우 z축 포함)에 각각 위치시켜 시나리오 매트릭스(scenario matrix)를 구성한다(그림 3 참조). 일단 시나리오 매트릭스가 구성이 되고 나면, 핵심 변화동인을 조합하여 가상의 미래 시나리오를 구성한다

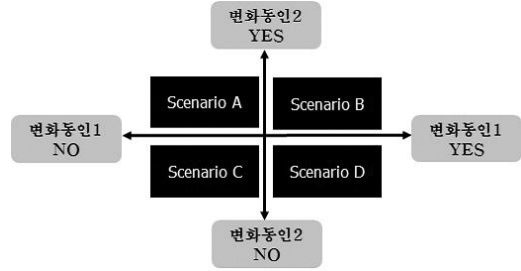


그림 3. 시나리오 매트릭스 (Scenario Matrix)

(변화동인이 2개일 경우 총 4개의 시나리오 생성, 변화동인이 3개일 경우 총 8개의 시나리오 생성). 시나리오가 구성이 되고 나면, 각각의 시나리오에 기억하기 쉬운 이름을 배정한다.

4) 4단계: 각각의 시나리오별 경로 구성 (Create Paths to the Scenarios)

3단계에서 구성된 각각의 시나리오는 발생가능한 미래를 의미한다. 따라서 네 번째 단계에서는 각각의 시나리오를 실현하기 위한(혹은 가상미래에 대응하기 위한) 구체적인 프로젝트를 시나리오별로 구성한다. 단계별로 제안된 프로젝트를 조합하여 현재로부터 향후 계획기간까지 정리한 것을 시나리오 경로(scenario pathway)라 하고, 경로 상에 언급된 구체적인 시스템 구축사업 혹은 프로그램 등을 요소(elements)라 한다(그림 4 참조). 각각의 경로는 독립적이며 개별 시나리오를 완성하기 위한 루트이다. 하지만, 시나리오 간에 공통적으로 적용

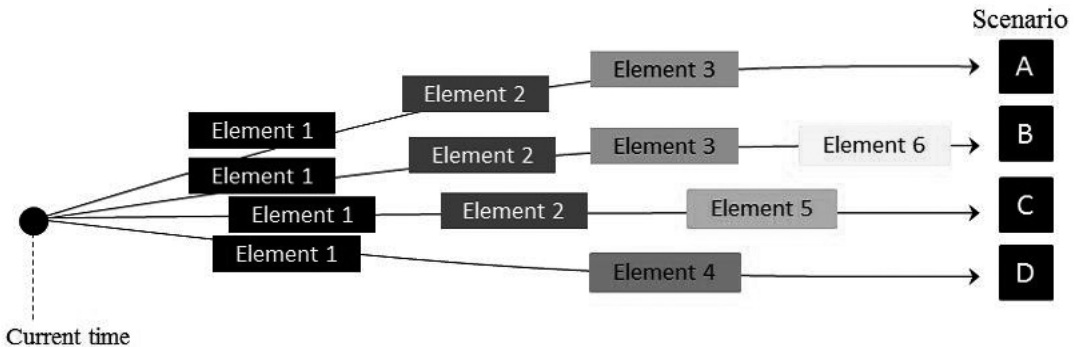


그림 4. 시나리오 의사결정 경로 (scenario pathways)

되는 요소(element)가 생기게 마련인데, 이러한 공통요소(common element)를 분석하는 절차가 바로 마지막 단계이다.

5) 5단계: 공통요소 분석 (Identify the Common Elements)

시나리오 플래닝의 최종단계는 각각의 시나리오 경로에 공통적으로 포함된 공통요소(common elements)를 찾는 것이다(그림 5 참조). 이러한 공통요소는 각각의 시나리오에(혹은 미래상황에) 공통적으로 적용되는 프로그램이나 프로젝트를 의미하며, 이러한 공통요소를 단계적으로 도입함으로써 다양한 미래상황에 유연하게 대처할 수 있는 시스템을 구축할 수 있다. 이러한 다차원적 접근방법이 바로 시나리오 플래닝의 기본 개념이다.

시간이 지남에 따라 환경이 변화하고, 우리가 처음 구성했던 시나리오 역시 일부는 더 이상 적용이 불가능하여 수정이 필요하게 될 것이다. 그러므로 변화하는 환경에 능동적으로 대처하기 위해서는 위에서 살펴본 시나리오 플래닝 절차 또한 주기적으로 재해석 되어야 한다. 다시 말해, 일정시간이 경과한 후에는(혹은 시스템에 큰 변화가 예상될 경우) 새로운 시나리오를 구성하고 그에 따른 공통요소들을 재구성하여 시스템을 업데이트 해나가야 한다.

6. 수자원분야에의 응용

앞서 살펴본 시나리오 플래닝 기법을 응용할 수 있는 수자원분야는 다양할 것으로 판단된다. 예를 들면, 수자원 장기종합계획의 이수분야에서 장래 물 수요 및 공급량을 산정한 후 부족한 공급량을 만회하기 위한 대책수립과정은 바로 시나리오 플래닝 기법이 가장 잘 적용될 수 있는 예라고 할 수 있겠다. 그 밖에 활용가능한 수자원분야를 아래에 몇 가지 정리하여 보았다.

- 수자원 장기종합계획 - 이수대책
- 권역별 물 공급 시스템 규모 결정 - 기후변화, 인구증가변동성 고려
- 안정적 용수공급을 위한 수자원 개발 및 배분 - 물 공급 네트워크 구축(그림 6 참조)

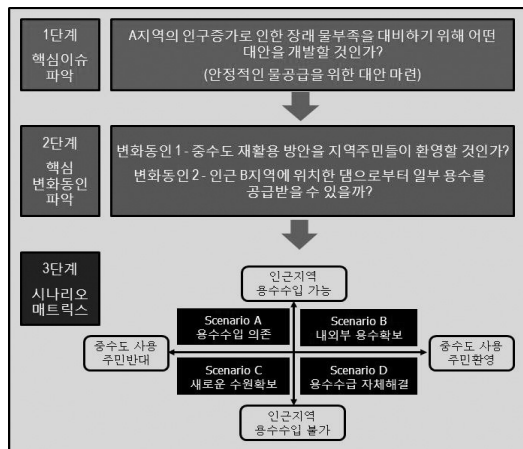


그림 6. 시나리오 작성 절차 예

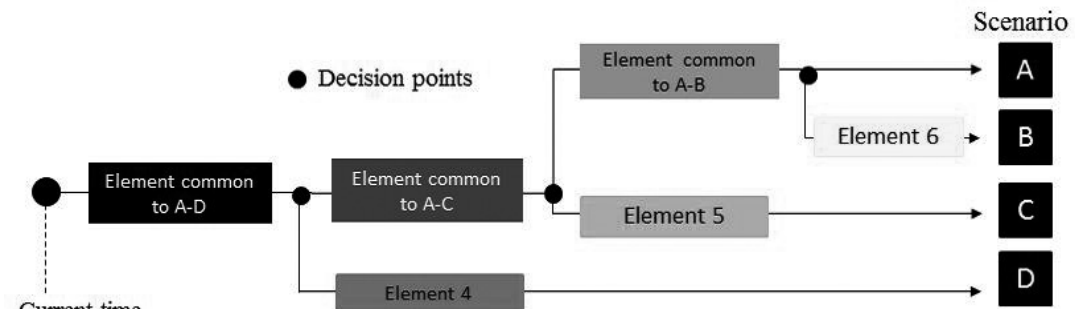


그림 5. 시나리오 공통요소 (common elements)

- 인구증가를 고려한 통합 상수관망 시스템 규모 결정 - 중수재이용, 해수담수화 등 대체수 자원을 고려한 통합관망시스템 구축

7. 결론

수자원시스템 구축사업은 일반적으로 규모가 크고, 비용이 많이 드는, 장기간의 사회기간사업이다. 시스템을 구축하는 과정에서 수자원전문가들은 종종 불확실한 미래상황에 직면하게 되는데, 만일 구축된 시스템이 필요로 하는 규모에 미치지 못할 경우, 시스템은 제 기능을 발휘하지 못하여 대중의 신뢰를 잃게 되고, 많은 비용을 들여 추가적으로 시스템을 보강해야 할 것이다. 반대로, 잘못된 판단에 의해 구축된 시스템의 규모가 터무니없이 큰 경우, 불필요한 지출이 발생하게 될 것이다. 이러한 상황에서 의사결정자들이 흔히 하는 질문은 “언제, 어떤

규모의 사업을 시행해야 비용을 절감하고 동시에 대중의 요구를 만족할 것인가?(When and how big?)”이다. 하지만, 변화무쌍한 상황에서 정확히 미래를 예측하기는 극히 힘들며 따라서, 이러한 질문에 가장 효과적으로 대처할 수 있는 방법은 바로 가능한 여러 가지 미래상황을 고려하는 것이다. 본 고에서는 장래 발생할 수 있는 여러 가지 시나리오를 개발하고 이에 대한 최적의 시스템을 구축하여 장래 물 공급의 신뢰성을 확보하는 방법의 하나로 시나리오 플래닝 기법을 소개하였다. 시나리오 플래닝의 목적은 우리가 의사결정과정에서 흔히 저지르는 두 가지 오류 - 변화에 대한 과소추정(underprediction)과 과다추정(overprediction)을 최소화 하고자 하는 것이다. 시나리오 플래닝은 이러한 두 가지 극단적인 오류에서 벗어나 합리적인 시스템을 구축할 수 있는 대응전략으로 수자원 분야에 적용될 수 있을 것이다. ☞

참고문헌

1. City of Tucson Water Department (2004). Water Plan: 2000-2050, Planning & Engineering Division.
2. Mays and Tung (1992). Hydrosystems Engineering and Management, McGraw-Hill, New York.
3. Schwartz (1991). The Art of the Long View, Doubleday, New York.
4. Van der Heijden (2005). Scenarios: The Art of Strategic Conversation, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York.