

시스템 다이내믹스 시뮬레이션 기법을 활용한 원전 안전문화 요소간 영향관계 분석*

An Analysis of Safety Cultural Elements Relationships in Nuclear Power Plant by System Dynamic Simulation

오영민** · 김동환***

정연백**** · 은종환***** · 정영재*****

Oh, Youngmin · Kim, Donghwan

Jeong, Younbaek · Eun, Jonghwan · Jeong, Youngjae

Abstract

This study analyses the inter-relationships between Safety Cultural Elements by System Dynamics approach. Base Frame for Safety Culture, which is originated from IAEA, NRC and INPO's Safety Culture Documents, helps to elaborate the Causal Loop Diagram of Safety Culture in Nuclear Power Plant(NPP). Also, the simulation results show that ownership of employees is degraded continually and adherence of technical standards is violated because workloads of the employees cannot be minimized and stress and time pressure maintains a high level in NPP.

Keywords: 원자력 발전, 안전문화, 시뮬레이션, 베이스 프레임, 주인의식
(Nuclear Power Plant, Safety Culture, Simulation, Base Frame, Ownership)

* 본 과제는 2015년 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다(No.2015151010177C).

** 서울대학교 공과대학 연구부교수(unaion1@snu.ac.kr)

*** 중앙대학교 공공행정학부 교수(sddhkim@cau.ac.kr, 교신저자)

**** 서울대학교 행정대학원 박사수료(manmaru1227@hanmail.net)

***** 서울대학교 행정대학원 박사과정(zert94@naver.com)

***** 서울대학교 행정대학원 박사과정(heifetz@hanmail.net)

I. 연구의 배경 및 필요성

원자력발전소와 같은 고위험 조직의 안전문화(Safety Culture)는 조직의 다른 어떤 가치보다도 우월하는 ‘최고의 우선순위(Number One Priority)’로서 안전이 이해되고 수용되는 조직문화라고 정의 내려진다(장순홍 · 백원필, 1999, 80; 오영민 · 류진, 2015, 8). 그러나 이러한 개념적 정의에도 불구하고, 안전문화의 비구체성과 모호성은 안전문화에 대한 연구와 평가 그리고 증진을 위한 대책 마련에 어려움을 가중시켜 왔을 뿐만 아니라, 실제 현장에서 안전문화를 정착시키는데 큰 한계로서 작용하였다. 왜냐하면 안전문화를 적용시키기 위해서는 개념을 구체화, 세분화하여야 하며, 더 나아가 바람직한 상태가 어떤 것인지 그리고 어떤 행동과 행위(Action and Behavior)를 조직화해야 그것을 달성할 수 있는지를 명확히 규명해야 하기 때문이다.

이러한 안전문화 속성에 대한 구체화, 세분화 필요성은 안전문화 저하가 원자력 발전소 사고의 원인으로 제시된 1986년 이래 지속적으로 제기되었지만, 비교적 최근인 2000년대 후반에 이르러서야 현장에서 활용할 수 있는 수준의 합의된 안전문화 개념과 그 속성이 도출되었다(NRC, 2014; INPO, 2013; IAEA, 2009). 문제는 제시된 안전문화의 세분화된 속성들 상호간에 영향을 끼치고 있다는 점인데, 이에 대한 개념적, 실증적 연구는 사실상 매우 적다. 이러한 맥락에서 본 연구에서는 안전문화를 구성하는 개념적 속성간의 영향관계를 시스템 다이내믹스 접근법을 활용하여 규명하고자 하였다. 이를 위하여 안전문화의 상세한 속성을 규명한 Base Frame을 우선 제시하고, 이를 바탕으로 안전문화 요소간 영향관계를 인과지도(Causal Loop Diagram)로 작성하였다. 더 나아가 작성된 인과지도를 활용하여 안전문화의 속성 중 주인의식 및 기술기준 준수에 관한 저장-유량 다이어그램(Stock-Flow Diagram) 모델링을 시범적으로 시행하였다.

이러한 연구결과는 여전히 결핍마 수준에 놓여있는 우리나라 원자력 안전문화 수준을 향상시키기 위해서 필요한 구성 요소간의 상호 영향관계를 보다 명확히 이해할 수 있게 해준다. 즉, 원자력 안전문화에 관한 이해를 보다 깊이 있게 하며, 현안으로 대두되는 안전문화 수준을 높이기 위해 필요한 조치들에 대한 타당성과 이행가능성에 대한 이정표를 제시하는데 기여 할 수 있다고 판단된다.

II. 안전문화 Base Frame의 구축과정과 내용

원자력 발전소와 같이 대규모 인력과 거대 공학기술 시스템이 결합된 고위험 조직에서는 위험에 대한 낮은 가중치와 좁은 시야로 인해 거의 자원(slacks)의 여유가 없으며, 연속적으로 이루어지는 공정은 문제를 조기에 종료하기보다 확대할 가능성을 높인다. 또한 조직과 사람의 상호작용이 사전에 예측할 수 없을 정도로 밀접하게 결합되어 있다는 점은 시스템을 통제불능의 상태로 이끌기 쉽다(찰스 페로우, 1984; Levenson, 2011).

이러한 고위험 조직에 대한 비관적 결론은 안전문화의 등장으로 전환을 맞이하게 되는데, 학습과 교육훈련, 신뢰의 축적, 충분한 자원의 확보, 권한의 분산 및 협력체계 구축과 같은 사회공학적 대안들이 제시되었고, 이를 통해 원자력 발전소와 같은 고위험 시설에 내재되어 있는 위험을 통제할 수 있는 방안을 마련할 수 있도록 하였다. 이러한 안전문화는 개념에 그치는 것이 아니라 기존 공학적, 기술적 안정장치에만 몰두하였던 안전관리자들과 규제자들에게 조직적, 사회적 정책대안 마련이 중요함을 일깨워 주었다.

원자력 분야에서 안전문화의 도입을 추진한 곳은 국제원자력기구인 IAEA와 미국 원자력 규제기구인 NRC 그리고 원자력 사업자들의 모임인 INPO에서 주도적으로 이끌어 왔다. 이들 기관에서는 안전문화의 개념이 도입된 이후 여러 가지 버전으로 안전문화 가이드라인과 실천지침 등을 제시하여 왔는데, 최근에는 안전문화를 증진시키기 위한 핵심 요소들을 뽑아서 안전문화 구성요소를 도출하였다. 예를 들어, 원자력 도입국가의 안전에 관한 공통적인 기준을 제시하는 IAEA는 2009년에 “the Management System for Nuclear Installations(GS-G-3.5)”에서 안전문화에 관한 특성과 속성 그리고 실천적 조치사항으로서 활동들을 규정하였으며, NRC와 INPO는 “Safety Culture Common Language(NUREG-2165)”와 “Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture(INPO 12-012)”를 공동으로 발간하는데 까지 이르렀다. 특히, ‘Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture’는 우리나라의 원자력발전 사업자인 한국수력원자력에서도 이를 받아들여 현장에 맞게 변경하여 적용하고 있다.

“Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture”에 따르면 <표 1>에서 보는 바와 같이 원전 안전문화의 구조를 크게 안전에 대한 개인적 의무, 안전에 대한 관리적 의무, 관리시스템으로 나누어 속성 및 요인을 정의하고 있는데, 현장에서 명확하고 유용하게 활용될 수 있도록 일상적인 업무와 관행 사이의 안전문화 수준을 비교하고 개선할 수 있도록 하고 있다.

〈표 1〉 INPO 안전문화 속성 및 특성요인

구 분	특 성	속 성
안전에 대한 개인적 의무	개인의 책임감	안전기준, 직업의식, 팀워크
	질문하는 태도	원전 고유의 특징에 대한 이해, 불확실한 상황의 문제제기, 새로운 가정을 제기, 현실안주 회피
	효과적인 안전 의사소통	작업 프로세스 의사소통, 의사결정을 위한 기초정보, 정보의 공유, 기대
안전에 대한 관리적 의무	리더십 안전 가치 및 행동	자원, 현장참여, 인센티브 및 보상, 안전을 우선하는 전략적 의무, 변화관리, 역할, 책임 및 권한, 지속적인 점검, 리더의 행동
	의사결정	일관된 프로세스, 보수적인 의사결정, 결정에 대한 책임
	서로를 존중하는 작업 환경	존경심, 의견, 높은 수준의 신뢰, 충돌 해결
관리 시스템	지속적인 학습	운전 경험, 자체평가, 벤치마킹, 교육
	문제 확인 및 해결	확인, 평가, 해결, 동향
	우려를 일으키는 환경	SCWE 정책, 대체 프로세스
	작업 프로세스	작업관리, 설계 마진, 문서, 절차 준수

자료: Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture(2013)

본 연구에서는 “Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture(INPO 12-012)을 기반으로 우리나라 현실에 맞는 안전문화 영향요소를 식별하고자 하였고, 이를 안전문화의 Base Frame 이라고 명명하였다. 아래의 〈표 2〉는 이를 보여주고 있는데, 먼저 Base Frame의 특성으로서 안전문화의 주체를 명확히 하였다는 점이다. 즉, 안전문화의 주체로서 조직구성원 개인의 책임과 리더의 책임 그리고 조직이 담당해야 할 책임으로 구분하였다. 두 번째로 우리나라에서 일상적으로 사용할 수 있는 수준의 단어로 안전문화 구성 요소들의 용어를 재정립하였다. 마지막으로 본 논문에서는 연구의 범주를 조직내로 한정하였기 때문에 제시하지 않았지만, 정부와 규제기관 그리고 언론 등 외적환경이 안전문화에 미치는 영향요소를 포함하였다. 이 Base Frame은 개인, 리더, 조직의 책임하에 원전 안전문화의 10개의 특성들(traits)과 39개의 속성들(characteristics)이 제시되고 있으며, 이들이 안전문화 요소간 영향 관계를 분석하기 위한 주요 변수가 된다.

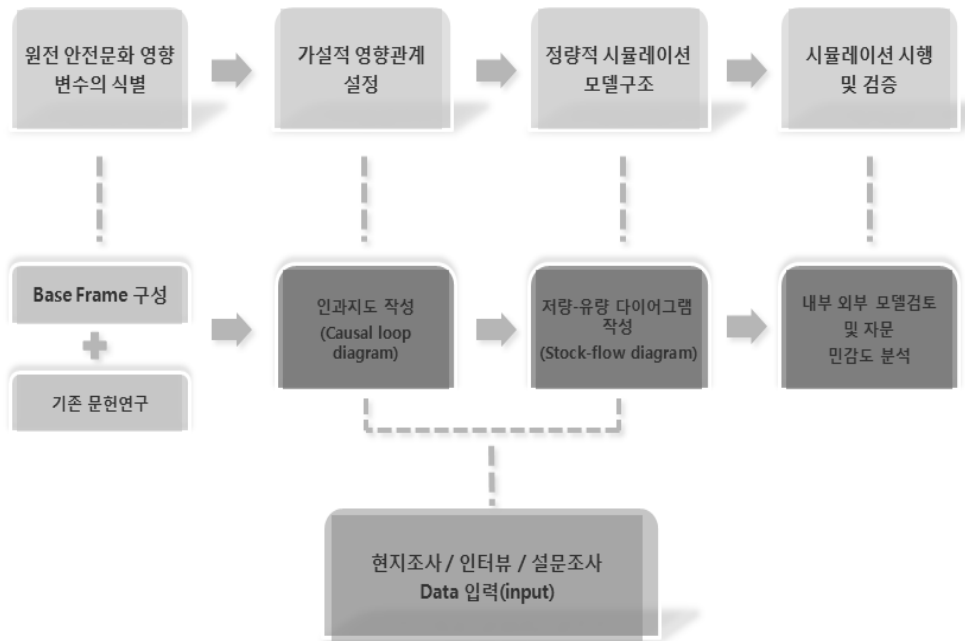
〈표 2〉 원전 안전문화 Base Frame

모든 구성원은 원자력 안전을 달성할 책임이 있다.	리더는 원자력 안전에 대한 확고한 목표를 제시하고 이행할 책임이 있다.	조직은 원자력 안전을 달성하기 위한 최적의 여건을 조성할 책임이 있다.
1. 구성원의 안전 책임 1-1 원자력 기술기준 준수 1-2 높은 주인 의식 1-3 원활한 공동협력	4. 안전까지 중심의 리더십 4-1 적절한 자원할당 4-2 현장 중시 리더십 4-3 안전중시 상벌에 의한 동기부여 4-4 안전 최우선 전략 설정 4-5 안전중시 변경 관리 4-6 안전 책임 및 권한의 명확화 (5-3 내용 포함) 4-7 지속적인 안전 점검 4-8 안전에 대한 솔선수범	7. 학습기반의 조직 운영 7-1 실무현장 경험의 체계적 관리 7-2 정기적 자체진단 7-3 적극적인 벤치마킹 7-4 체계적인 교육훈련 및 지식전수
2. 구성원의 문제의식 직무자세 2-1 원자력의 특수성 인식 2-2 불확실한 상황에 대한 의문제기 2-3 기 적용된 상황에 대한 의문제기 2-4 문제의식을 통한 자만 배제	5. 리더의 의사결정 책임 5-1 일관된 의사결정 5-2 보수적 의사결정 5-3 (삭제) 6. 리더의 상호존중 환경조성 6-1 신뢰와 존경이 충만한 환경 조성 6-2 상호의견 존중 환경 조성 6-3 높은 신뢰 구축 노력 6-4 합리적 갈등 해결	8. 조직의 체계적 문제관리 8-1 문제의 적시 확인 8-2 문제의 철저한 진단 8-3 효과적인 문제 해결 8-4 주기적 문제 경향 분석
3. 구성원의 원활한 의사소통 노력 3-1 업무수행상의 활발한 의사소통 3-2 주요결정을 위한 적시의 의사소통 3-3 개방적 의사소통 3-4 안전 최우선의 의사소통		9. 자유로운 문제제기 환경조성 9-1 문제 제기에 대한 제도적 보장 9-2 다양한 문제제기 통로 보장
		10. 조직의 안전우선 절차 운영 10-1 체계적 업무수행 관리 10-2 설계여유도 엄격 관리 10-3 체계적 문서관리 10-4 철저한 절차준수

III. 시뮬레이션 모델링의 과정과 인과지도의 작성

1. 안전문화 시뮬레이션 모델링의 과정

앞선, Base Frame을 기반으로 원전 안전문화 시뮬레이션 모델링은 다음과 같은 과정을 거쳤다. 먼저, 안전문화에 영향을 미치는 변수들은 선행연구와 사례연구 그리고 실증조사 등을 통해서 식별하였다. 이 과정을 통해 도출된 변수들은 상호간 가설적인 영향관계가 설정하고, 이를 바탕으로 인과지도(Causal Loop Diagram)가 작성된다. 작성된 인과지도를 바탕으로 정량적 시뮬레이션에 필요한 저장-유량 다이어그램(Stock-Flow Diagram)을 구성하게 된다. 저장-유량 다이어그램의 작성에는 설문조사와 인터뷰, 현지조사와 같은 실증데이터(empirical data)가 실제 데이터의 입력 값으로 들어가게 되며, 작성된 시뮬레이션 모델은 내·외부 검토와 자문 그리고 민감도 분석(Sensitivity Analysis)을 통해 검증을 받고, 이 과정에서 실제 시뮬레이터를 활용할 수요자들이 모델의 적합성 등에 대한 의견을 제시하게 된다.



[그림 1] 원전 안전문화 영향관계 모델링 과정

본 연구에서는 이와 같은 Base Frame을 기반으로 원전 안전문화 영향요인 간 인과관계를 도출하여, 이를 바탕으로 인과지도(Causal Loop Diagram, CLD)을 작성하였다. 인과지도는 안전문화 시뮬레이션 엔진의 기초가 되는 청사진으로서 Base Frame의 원칙, 특성, 속성의 3단계 계층체계에 따르고 있다. 원전 안전문화 영향요인 인과지도는 각 요인간의 피드백 루프(Feedback Loop)를 설정함으로써 안전문화 영향요인간의 상호관계를 내재적으로 설명할 수 있다. 다만, 본 연구에서는 실증조사가 이루어지기 이전이므로 모델에서 사용하는 변수들은 가정에 입각해서 이루어졌음을 밝힌다.

2. 속성 수준의 안전문화 인과지도 작성

상기 Base Frame이 원칙, 특성, 속성의 3단계로 구성되어 있지만, 실제 원전 안전문화 요소간의 영향관계를 정량적으로 분석하기 위해서는 속성수준까지 구체화될 필요가 있다. 왜냐하면, Base Frame의 원칙과 특성이 원론적이고 선언적인 수준에서 안전문화를 정의하고 있기 때문에 실제 원자력 발전소 현장에서 활용하기 위해서는 안전문화를 세분화해야 하기 때문이다. 따라서 속성 수준에서 안전문화 영향요인간의 관계를 모델링 할 필요가 있다.

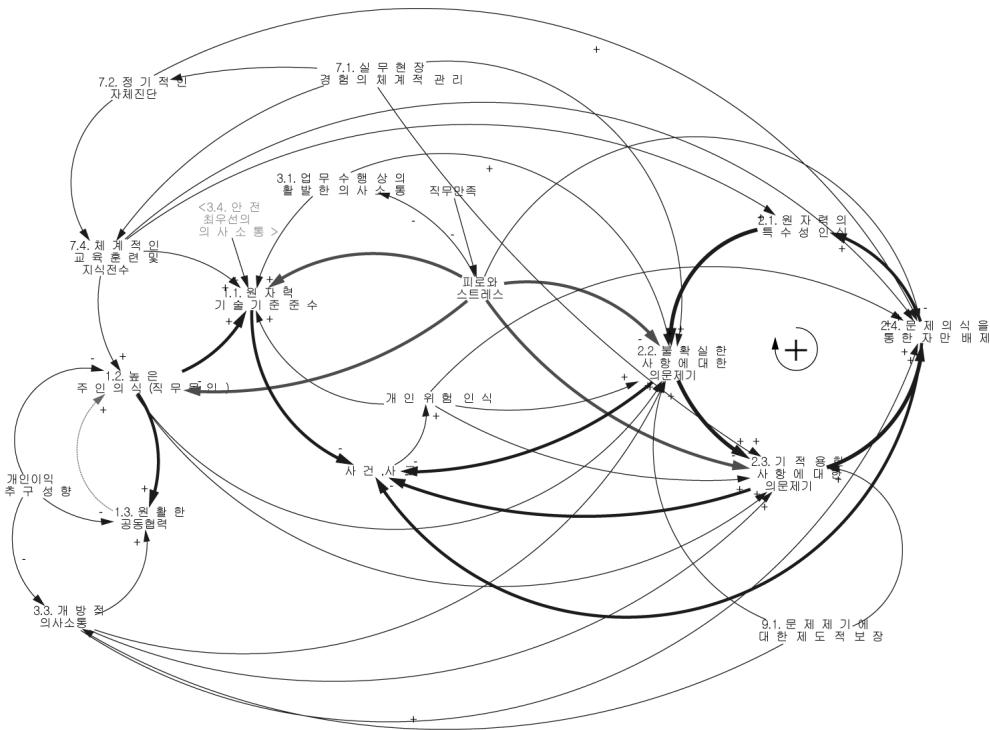
1) 기술기준 준수와 주인의식 그리고 문제의식

(1) 기술기준 준수

안전문화의 주요 속성 중에서 첫 번째로 제기되는 것이 ‘원자력 기술기준(Standard) 준수’에 대한 것이다(Lyneis&Madnick, 2008). 원전 종사자들은 사전에 정해진 기술적 사항을 제대로 인식하고, 받아들이며, 이를 지키는 것을 행동으로 나타내야 한다. 왜냐하면, 기술기준 준수가 원전에서 발생하는 사건, 사고에 직접적인 영향을 미치는 가장 중요한 요소이기 때문이다. 기술기준 준수에 영향을 미치는 요인은 1.2 높은 주인의식, 3.1 업무 수행상의 활발한 의사소통, 3.2 주요 결정을 위한 적시의 의사소통, 3.4 안전 최우선의 의사소통, 5.2 보수적 의사결정, 7.4. 체계적인 교육훈련 및 지식전수, 개인 위험 인식, 피로와 스트레스가 제시되었다.

기술기준은 과학적, 기술적으로 안정되게 원자로를 운영하도록 하는 표준이다. 이 표준의 범주에서는 사고의 가능성이 매우 낮다. 그러므로 기술기준이 의미하는 바는 곧 안전이라고 믿어진다. 보통의 정상적인 원전 종사자들이 사전에 결정된 기술기준을 준수하는 것은 당연하다고 생각되고, 실제로 잘 준수 될 것임은 틀림없다. 그러나 정의 내려진 기술기준 자체의 문제와 그것을 적용하는 종사자들의 기술기준에 대한 태도와 학습정도, 피로와 스트레스 등이 제한요소로 작동하기도 한다(Cooper, 2000).

한편, 새로운 발견과 기술개발 그리고 신규시설의 도입으로 원전의 안전성과 효율성이 증대되면서, 이전에 제시되었던 기술기준들의 변경이 자주 발생한다. 또한 규제체계의 변화로 인해 더 엄격한 또는 완화된 기술기준이 빈번하게 제시되면서 신규 기술기준의 적용에 있어 과도기가 있을 수도 있고, 기준변경에 따른 의사소통의 문제가 발생할 수도 있다. 즉, 항상 변화하는 기술기준의 가능성은 원전 구성원의 지속적인 학습과 교육훈련이 필요함을 말해주며, 기술기준 준수의 변동 가능성을 의미한다.



[그림 2] 원전 안전문화 영향분석 인과지도(기술기준 준수, 주인의식)

한편, 기술기준은 물리적으로 모든 상황을 설명해 놓지는 않는다. 아직 채워지지 않은 기술과 운영에 있어서 빈공간들이 존재하기도 하며, 별다른 표준이 없어도 발전소 가동에 문제가 없을 수 있다. 특히, 단일의 시설 또는 상황에 적합한 기술기준은 있지만 복합적으로 얽혀있는 문제들을 다루기에는 표준이 제시하고 있는 지침이 너무 일반적일수도 있다 (Lee&Harrison, 2000). 복잡한 조직일수록 대응의 효율성을 위해 세분화한 규정과 지침을 만들어 놓는데, 통합되지 못한 상태로 운영되는 경우도 많다. 이처럼, 기술기준 자체의 변화가능성과 불완전성(imperfection)은 기술기준의 준수에 영향을 미친다.

(2) 주인의식과 기술기준 준수

한계가 분명한 기술기준이라도 철저히 준수되어 원자력 발전소의 안전이 지켜지기 위해서는 원전 종사자들의 주인의식이 명확해야 한다는 것이 INPO나 NRC의 주장이다. 주인의식은 그 정의상 타자화된 대상에 대해 자신의 실질적인 소유가 아니더라도, 상상속 소유의 감각을 기반으로 대상과의 일체화를 이루는 의식적 상태를 의미한다. 즉, 원전 종사자들이 자신의 업무와 장비에 대해 주인(Owner)으로서 역할과 태도, 감정을 갖는 것을 뜻한다. 그러나 법적, 실제적인 차원에서는 주인이 아니고 그럴 수도 없음에도 불구하고, 종사자들이

자신들의 업무와 장치에 대해 소유의 감정을 요구하는 것이어서 INPO와 NRC 주장의 근거는 매우 희박하다고 할 수 있다. 그러므로 소유하지 않는 것을 소유한 것처럼 의식하고 행동하라는 가상적인 것보다 직업윤리 또는 전문성에 기반한 직무몰입을 강조하는 것이 현대적인 의미에서 강한 관리적 책임을 요구하는 것이다.

(3) 기술기준 준수를 위한 학습과 의사소통

한편, 기술기준을 제대로 준수하는 것은 학습을 전제로 이루어진다. 기술기준에 대해 알고 있어야만 지키고자 하는 실천이 가능한 것이다. 학습이 없다면 새로운 기술기준의 적용은 어려울 것이며, 안전과 효율을 향상시키고자 하는 개선은 불가능할 것이다. 학습은 종사자 개인의 것이라기보다는 조직이 제공하는 것으로서 제도가 뒷받침되어야 한다(Levenson et. al., 2005). 이러한 맥락에서 조직학습이 안전문화를 형성함에 있어 중요한 요소임이 틀림없다. Patankar(2012)의 연구에서도 안전문화는 조직학습의 수준으로서 결정되며, 학습수준이 적절하게 이루어진다면 장기적인 관점에서 해당 조직의 안전수준은 향상될 것이다. 그러므로 핵심과제는 원전 조직이 학습의 중요성을 이해하여 학습조직화를 추진하는가와 현장 업무와의 충돌과 같은 것보다 학습을 우선시하는가이다.

학습이 비교적 현장 업무와 격리되어서 기술기준을 인식하고, 표준을 스스로 내재화하는 과정을 의미한다면, 의사소통(communication)은 현장의 업무추진과정에서 기술기준을 준수하는 것과 직접적으로 연결되어 있다. 기술기준이 사전에 명시되어 있고, 그것을 알고 있다 하더라도 연속적으로 진행되는 업무과정에서 다수의 장비와 운영절차를 철저히 지켜야 하는 원자력발전소에서는 종사자 상호간의 의사소통이 적시에, 적절하게 이루어져야 혹시 위반할 수도 있는 기술기준을 지킬 수 있는 것이다. 특히, 우리나라와 같이 상명하복과 순응이 미덕으로서 조직문화로 자리잡고 있는 상황에서는 기술기준에 대한 적절한 지침과 종사자 상호점검 없이는 기술 기준에 대한 준수는 어려울 것이다. 이러한 맥락에서 조직내의 활발한 의사소통이 안전문화 증진의 필요조건이다(IAEA, 2012).

의사소통은 적극성을 기반하고 있을 뿐만 아니라, 공개성과 개방성의 차원에서도 방점이 놓여있다. 조직간, 종사자간 협력(3.1 원활한 공동협력)을 위해서 개방적 의사소통이 중요하며, 이것은 불확실한 상황과 기 적용한 사항에 대한 의문을 제기하는데도 전제가 된다. 의사소통이 되지 않은 조직에서 의문을 제기할 수 없는 것은 자명하다.

이러한 구조하에서 고려해야 하는 요소가 하나 있는데, 그것은 원자력 발전소의 종사자들이 가지고 있는 개인이익 추구 경향이다. 개인이익 추구 경향은 의사소통과 신뢰에 기반을 둔 공동협력 그리고 주인의식에도 영향을 미치는 부(negative, -)의 요소로서 원전과 같은 밀결합된 조직에서는 부적절한 요소로 작동하기 쉽다. 문제는 현실에서 이러한 경향성

이 과거보다 높은 인력들로 충원되고 있다는 데 있는데, 이것은 세대간 갈등을 야기하기 쉬우며, 조직문화적 충돌을 야기하고 실제 업무과정에서 의사소통의 절연을 가져올 수도 있다는 것이다. 특히, 과거에는 일반적으로 받아들여졌던 조직에 대한 헌신이나 순응과 같은 전통적 가치관과의 충돌이 야기됨으로써 조직의 균열을 발생시킨다.

(4) 기술기준 준수에 대한 부의 영향요소: 과중한 업무와 스트레스

과중한 업무와 스케줄 압박은 종사자들의 피로와 스트레스를 증진시켜 원전 조직의 안전문화를 약화시키는 요인으로 작용한다. Base Frame 기반의 속성수준에서도 과도하게 높아지는 피로와 스트레스는 종사자들의 원전 기술기준을 준수하는 것을 방해하는 요소로 작용한다. 즉, 피로와 스트레스는 기술기준을 인식하는 것을 어렵게 하고, 기술기준을 알고 있더라도 그것을 지키는데 필요한 적절한 주의와 노력 등이 이루어지지 못하게 한다는 것이다. 인식해야 할 것은 피로와 스트레스가 개인적 차원에서 관리되거나 해소되는 것을 기대하는 것은 문제의 본질이 아니라는 점이다. 즉, 피로와 스트레스는 업무의 과중과 난이도 또는 부족한 시간 등으로 인해 발생하는 조직적 차원의 병증이다. 조직의 문제라는 관점에서 종사자들의 피로와 스트레스를 줄이는 것이 원전에서의 사건과 사고를 줄이는 길이라는 것을 인식해야 한다.

원전에서 사건, 사고가 늘어나면 종사자들의 위협에 대한 태도가 변화한다. 안전하다고 믿고 있었던 발전소지만 예상치 못한 사건, 사고는 종사자들 스스로 위협하다는 인식을 야기하고 불안을 발생시킨다. 사건, 사고가 언제든 일어날 수 있고, 자신의 신체에 직접적인 위해가 가해질 수 있다는 두려움이 싹트는 것이다. 사실, 이러한 심리적, 인지적 변화는 안전에 대한 어떤 교육보다 더욱 직접적이며 실제적이다. 이러한 맥락에서 보면, 안전문화는 사건, 사고에 대한 종사자들의 심리적 태도에 기반한다는 심리적 접근의 유효성을 보여준다(HSE, 1997;Reason, 1990).

한편, 심리적 위기감은 기술기준 준수에 긍정적인 영향을 미치는데, 그것은 자기보호 본능 즉, 자신의 안전을 확보하고자 하는 동기로 나타나게 되어 기준이 되는 것을 준수하게 만드는 요인으로 작용한다. Marais&Leveson(2006)은 사건, 사고와 개인적인 위협 인식의 정의 순환고리를 표준모델(archetype)로서 설명하고 있다. 문제는 사건, 사고가 상당기간 동안 일어나지 않고 아무런 비상상황없이 발전소가 운영되는 경우, 이러한 심리적 위기감과 공포가 이완되어 부적절한 자만심으로 이어진다는 것이다. IAEA(2012)는 고리 1호기 SBO 사건을 분석하면서 자만심이 사건의 근본원인이라고 제시하였다. 위협에 대한 개인적 감각의 상실은 자만심을 불러온다.

(5) 문제의식 직무자세

그림의 오른쪽에는 원전 구성원의 문제의식 직무자세에 대한 순환루프가 제시되어 있다. 2.1 원자력의 특수성 인식, 2.2 불확실한 사항에 대한 의문제기, 2.3 기 적용된 사항에 대한 의문제기, 2.4 문제의식을 통한 자만 배제가 그것이다. 원자력 발전소는 우리가 모르는 어떤 이유로 인해 고장이 발생할 수도 있고 위험한 상황에 놓일 수 있다. 사실, 수많은 부품과 사람들이 결합되어 있는 원전이 완벽하게 위험을 통제할 수 있다는 주장은 허구에 가깝다. 개선되어야 하는 장비와 제도 그리고 종사자의 역량 향상이 원자력 발전에 끊임없이 제기되는 이슈이기도 하다. 이것은 원자력 발전의 운영 메커니즘은 개선될 여지가 있고, 보다 안전하게 만들어져야 한다는 것을 의미한다.

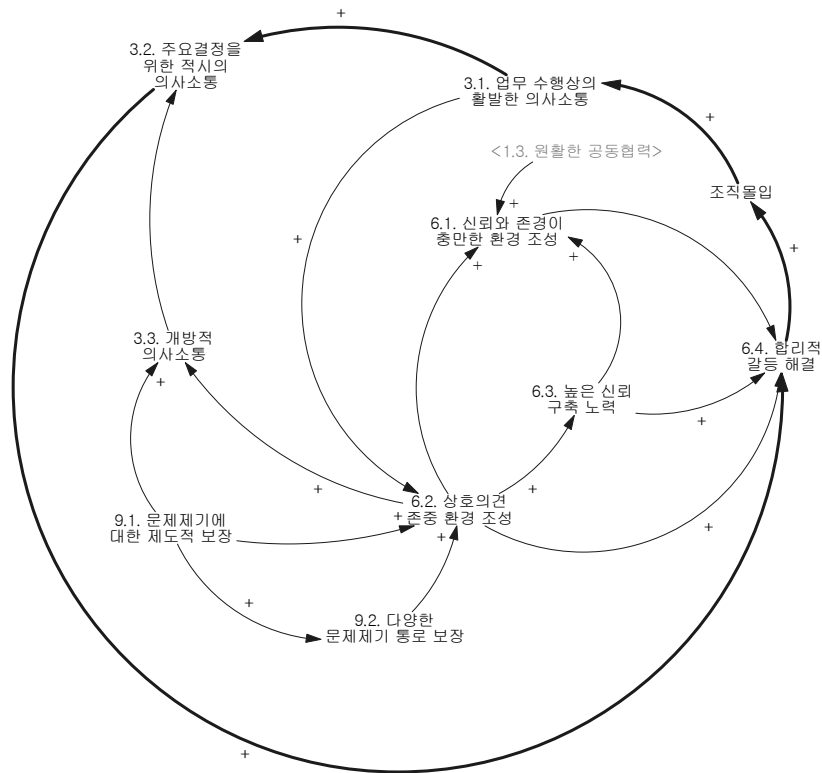
원자력 발전소의 특수성을 보다 잘 이해하고, 불확실한 사항에 대해 종사자들은 의문을 제기할 수 있어야 하며, 의문은 적절히 다루어져야 한다. 그러나 이상과 현실은 그 괴리가 상당히 큰데, 의사소통이 잘 이루어지는 조직이어야 이러한 문제의식 직무자세가 형성될 수 있으며, 보상하고 보호할 수 있는 제도(9.1 문제제기에 대한 제도적 보장)가 있어서 조직 내부의 안전문제를 제기할 수 있다(U.S. CSJIB, 2010). 선도적인 안전문화 조직들은 조직의 문제를 제기하는 것을 장려하는 제도를 구축하는 것을 핵심적인 과업으로 삼고 있으며, 문제를 제기하는 것에 따른 부당한 피해를 방지하기 위한 여러 보호장치를 마련하고 있다(예: 외부 또는 제3기관 문제제기 절차 마련).

한편, 원자력의 특수성을 이해하고, 불확실성에 대하여 의문을 제기하는 것에 한발 더 나아가, 이미 적용된 사항에 대해서도 안전성을 강화할 수 있는 방안이 없는지 고민하고, 새로운 기술이나 장비의 도입에 따른 문제가 없는지 확인하는 과정이 반드시 필요하다. 이를 위해서는 실무현장에서 벌어지는 일들에 대한 관리와 데이터화가 반드시 필요하며, 문제점이 없었는지를 분석하는 과정이 이루어져야 한다(7.1 실무현장 경험의 체계적 관리와 7.2 정기적 자체진단).

이러한 3단계의 과정을 거치면 종사자들의 앞선 문제의식으로 인해 원전에서의 사건과 사고는 상당히 줄어들 것이다. “별 것 아니겠지”, “지금 문제 없겠지”라는 안일한 생각은 조직에서 사라지게 되고, 대형 사건, 사고로 이어질 수 있는 문제들도 사전에 발견되어 처리될 것이다. 다만, 사건, 사고의 감소는 반겨야 할 안전문화 증진노력의 결과물이지만, 자칫 조직 구성원의 자만심으로 이어질 수 있다. 이러한 자만심을 없애기 위해서는 의식적으로 발전소의 안전 문제를 보고자하는 노력이 수반되어야 한다.

2) 상호존중 환경조성과 자유로운 문제제기 환경조성

리더가 안전문화 증진을 위해서 해야 할 일중에서 구성원들간 신뢰를 형성하는 것은 중요한 덕목으로 꼽히고 있으며, 이를 위해, 6.1 신뢰와 존경이 충만한 환경 조성, 6.2 상호의견 존중 환경 조성, 6.3 높은 신뢰 구축 노력, 6.4 합리적 갈등 해결이 Base Frame에서 제시되고 있다.



[그림 3] 원전 안전문화 영향분석 인과지도(상호존중 환경조성과 문제제기 환경 조성)

신뢰와 존경이 충만한 환경을 조성하기 위해서는 1.3 원활한 공동협력이 이루어져야 한다. 왜냐하면, 신뢰는 자본(Capital)의 성격을 가지고 있기 때문에 기존에 형성된 것이 있어야만 증진될 수 있기 때문이다. 이것은 시간의 흐름에 따라 처리해왔던 업무(Mission)가 매개가 되어 감정적이고 의식적인 상호인정(mutual recognition)이 있어야만 가능하다. 기존의 원활한 공동협력의 축적된 양이 신뢰와 존경이 충만한 환경의 전제인 것이다. 또한 상호의견을 존중하고, 신뢰를 구축하기 위한 노력을 지속적으로 경주해야만 신뢰와 존경이 충만해질 것이다. 이러한 환경조성의 결과는 조직내외의 갈등을 합리적으로 해결할 수 있게 될

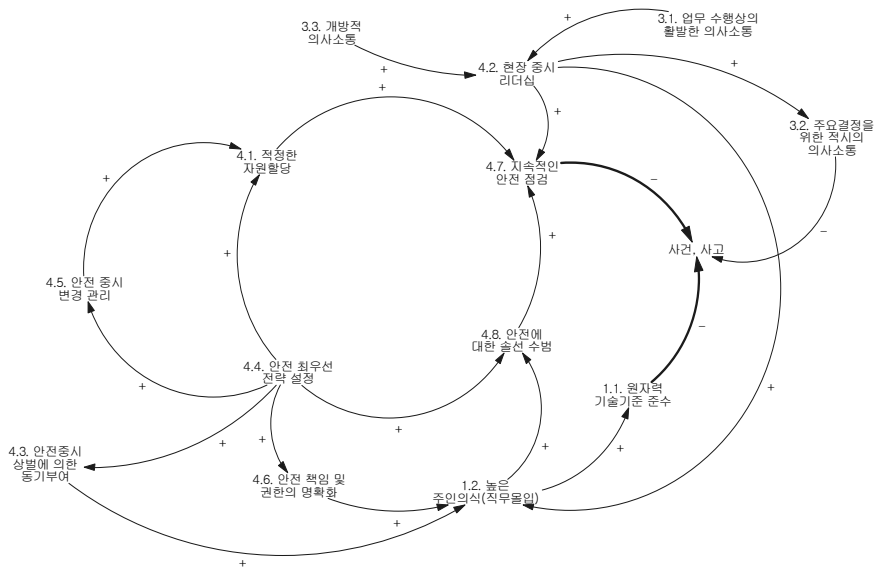
것이며, 이는 원전 구성원들의 조직몰입을 가속화하여 업무 수행상의 활발한 의사소통을 가능케 할 것이다(Zohar, 1980).

한편, 개방적이고, 활발한 의사소통을 위해서는 문제제기에 대한 제도적인 보장과 통로가 있어야 가능하다. 특히, 문제제기에 대한 내부고발자 보호를 제도적으로 확보하는 것이 조직이 안전문화 증진을 위해 수행해야 할 중요한 과업이다. 이를 위해서 내부고발자와 발전소 조직이 직접적인 의사소통 채널을 두는 것보다는, 대학과 같은 외부의 제3기관을 통해서 문제제기가 이루어지고, 이 통로를 통해 조직으로 제기된 문제가 전달되도록 하는 것이 바람직하다(Patankar, 2012). 중간 매개조직은 실제 제기된 문제의 수정 및 해소결과를 내부고발자에게 피드백해주는 역할과 더불어 문제 제기를 활성화할 수 있도록 홍보와 환경 조성에 기여할 수 있다.

3) 리더십

특성항목 중 네 번째는 안전가치 중심의 리더십에 관한 것이다. Base Frame에는 리더십 특성이 총 8개의 속성항목으로 구성되어 있는데, 이를 인과지도로 나타낸 것이 아래의 그림이다. 안전가치 중심의 리더십의 첫 번째로 제시된 것은 리더가 안전에 적정한 자원을 할당하는 것이다. 인력과 재원을 포함하여 명성과 네트워크와 같은 내외부의 유무형적 자원을 동원(Mobilization)하고, 이를 원자력 발전소 안전증진에 효율적으로 활용되어야 한다.

그러나 조직과 구성원이 본연의 업무를 할 수 있는 전제조건으로서 효율적 자원배분은 안전 최우선의 전략이 사전에 갖추어져야만 가능하다. 전략적 판단이 이루어져만 자원의 동원과 배분이 가능한 것이다. 원자력 발전소의 목적이 전력의 효율적인 생산과 안정적인 공급에 있지만, 그 바탕에는 안전이 있다는 신념이 안전을 최우선으로 여기는 전략적 판단을 가능하게 한다. 이러한 신념을 강화하는 것은 안정중시 상벌에 의한 동기부여, 안전 책임 및 권한의 명확화, 안전에 대한 솔선수범, 안전 중시 변경 관리가 지속적인 안전 점검을 가능케 하는 핵심적인 요소라고 할 수 있다(IAEA, 2009). 이러한 맥락에서 우리나라의 원자력 발전소 사업자가 효율보다는 안전 최우선 전략을 수립하고, 이를 뒷받침할 수 있는 정책적, 제도적 기반을 정부가 마련해야 한다.



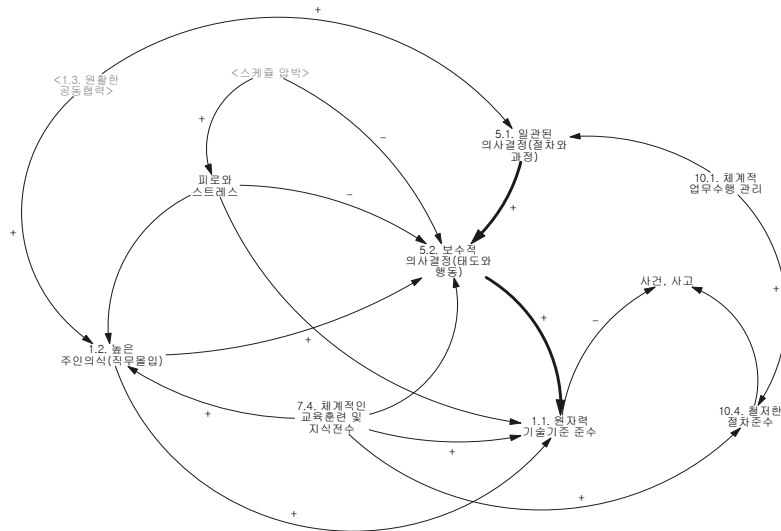
[그림 4] 원전 안전문화 영향분석 인과지도(리더십 속성항목)

안전 최우선 전략이 설정되면 조직별, 종사자별 권한과 책임이 주어진다. 그에 따라 리더를 포함하여 모든 종사자들이 자신의 업무에 충실하게 되고, 직무에 몰입하게 된다. 솔선수범은 리더의 전략적 판단과 주인의식이 결합해서 이루어지는 것으로서 조직이 무엇을 우선해야 할지에 대한 척도가 된다. 솔선수범은 해야 할 일을 다른 이보다 먼저 하는 것만을 의미하지 않는다. 해야 할 일에 대한 모범 즉, 모델을 제시하고 그것을 따랐을 때 목표를 달성할 수 있다는 것을 뜻한다.

이와 관련해서, 리더들이 사무실에서 결정만 하는 것은 안전문화 증진에 도움이 되지 못한다. 즉, 현장에서 문제와 답을 찾는 자세를 요구하고 있다. 현장을 회피하는 리더는 원자력 안전문화를 저해하는 리더이다. 다만, 현장을 가까이 하고 중시하기 위해서는 업무 수행상의 활발한 의사소통과 개방적 의사소통이 평소에 이루어져야 한다. 위기상황시 준비되지 않는 의사소통 방식은 현장의 혼란을 가중시킬 뿐이며, 대응을 더 어렵게 하고 불필요한 행위에 집착하게 한다. 결국, 현장을 중시한다는 것은 일회성이 아니라 반복성, 지속성을 지녀야 하며, 최선의 의사결정을 위한 정보를 현장에서 획득한다는 것을 의미한다. 결국, 이러한 리더의 자세와 태도 그리고 행동은 사건, 사고를 줄이는데 기여할 수 있다.

4) 보수적 의사결정

원자력 발전소의 내려지는 모든 의사결정은 일관되어야 하고, 안전을 중시하는 보수성을 가져야 한다. 일관성 있는 의사결정은 한번 내려진 의사결정은 조직의 존립이 위태로워질 경우를 제외하고는 변경되어서는 안된다. 특히, 안전기준의 변경이나 시설의 개편 그리고 조직운영상 정책적 변화 등은 구성원의 신뢰를 얻을 수 있도록 중압을 수 없을 정도로 바뀌어서는 안된다. 국가 기반시설인 원자력 발전소는 안정성이 생명임을 명심해야 한다. 이러한 일관된 의사결정을 내리기 위해서는 체계적인 업무수행 관리가 있어야만 가능하다.



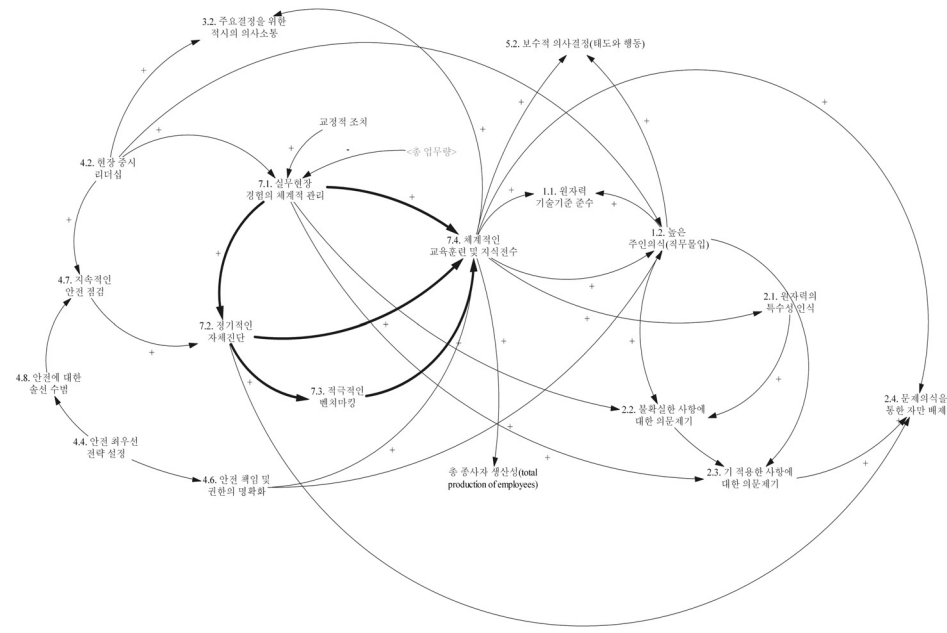
[그림 5] 원전 안전문화 영향분석 인과지도(보수적 의사결정)

일관성있는 의사결정이 잘 이루어지는 조직은 안전에 관해서 보수적인 태도를 취하기가 비교적 쉽다. 왜냐하면, 이미 설정된 안전최우선의 전략적 판단이 바뀌지 않는다면, 안전을 중시하는 보수적인 의사결정이 바뀌지 않을 것이기 때문이다. 혁신성이 유행하고 근거가 부실한 대안들이 제시되고 있는 지금, 원자력 발전소의 안전을 중심으로 한 보수적인 의사결정은 고위험시설인 원자력 발전소의 건전한 운영을 가능케 하는 보루이다.

5) 학습 및 교육훈련

고위험 조직은 학습 조직화되어야 한다. Base Frame에서도 학습 조직을 강조하고 있는데, 크게 4개의 속성으로 구성되어있다. 7.1 실무현장 경험의 체계적 관리, 7.2 정기적인 자체진단, 7.3 적극적인 벤치마킹, 7.4 체계적인 교육훈련 및 지식전수가 그것이다. 이를 인과

지도로 나타낸 것이 아래 그림이다.



[그림 6] 원전 안전문화 영향분석 인과지도(학습 및 교육훈련)

실무현장 경험을 체계적으로 관리하기 위해서는 현장을 중시하는 리더십이 구축되어야 한다. 리더가 현장을 외면하는 경우, 현장경험의 체계화는 요원하다. 지속적인 안전점검과 실무현장 경험이 쌓이면, 정기적으로 이루어지는 자체진단도 효과적으로 진행될 수 있다. 자체진단은 관대화 경향이 있기 때문에 이를 제거하기 위해서도 주기적인 점검과 과거 진단경험이 쌓여야 가능하다. 또한 다른 원자력 발전소와 산업에서 선도적으로 이루어지는 안전활동과 프로그램에 대한 적극적인 벤치마킹도 이루어질 필요가 있다. 물론, 무분별하게 조직적, 환경적 맥락을 무시한 아이디어 도입은 일관된 의사결정을 통해 제거되어야 할 것이다.

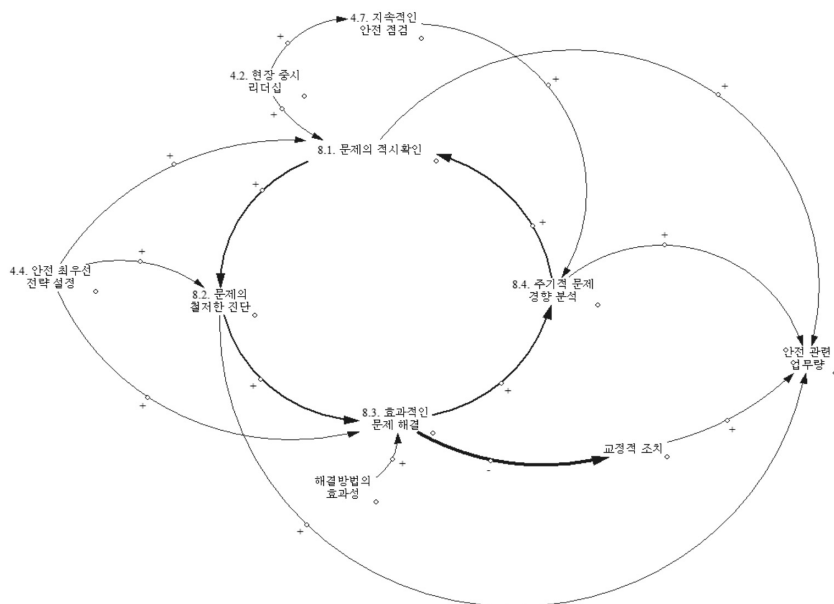
실무현장 경험의 체계적 관리와 정기적인 자체진단 그리고 적극적인 벤치마킹은 신규인력 포함한 전 구성원을 역량을 강화시키는 교육훈련을 통해 전수가 가능할 것이다. 이러한 체계적인 교육훈련 및 지식전수는 원자력의 기술기준 준수와 높은 주인의식 그리고 종사자의 생산성을 높이는데 기여할 뿐만 아니라, 원전의 안전성을 향상시킬 것이다.

6) 문제의 확인 및 해결

조직이 안전문화를 증진하기 위하여 수행해야 할 것 중에서 발전소에서 발생하는 문제들을 관리하고 그것을 효과적으로 해결하는 노력이 Base Frame의 여덟 번째에 제시되어 있다. 8.1 문제의 적시 확인, 8.2 문제의 철저한 진단, 8.3 효과적인 문제 해결, 8.4 주기적 문제 경향 분석이 그것이다.

Base Frame에서 제시하는 문제관리는 하나의 피드백 구조로 되어 있는데, 문제의 확인, 진단, 해결, 주기적 분석으로 구성되어 있는 것이다. 문제를 적시에 확인하는 것은 현장을 증시해야 가능한 것이며, 문제의 철저한 진단은 안전을 증시하는 조직의 전락설정이 있어야 시행될 수 있다. 또한 주기적 문제경향분석은 지속적인 안전점검이 있어서 알 수 있는 사항이다.

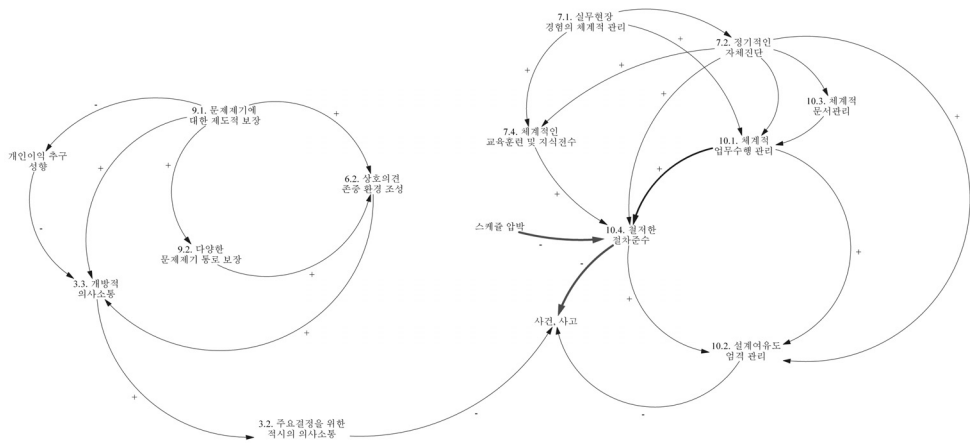
현재, 우리나라에서는 23기의 원자력 발전소에서 수만 명의 사람들이 전력을 효율적으로 생산하고, 강건한 안전을 유지하기 위해 힘쓰고 있다. 그러나 예기치 못한 사건과 사고는 계속해서 발생하고 있다. 만일, 발전소에서 일어나는 많은 일들과 문제들이 현안에 밀려 관리되지 못한다면, 내일의 안전과 효율을 위한 학습은 없을 것이고, 대내외에 신뢰를 얻지 못할 것이다. 특히, 아차사고를 비롯해서 발생한 사건과 사고들에 대해 효과적인 대응방안을 찾는 능력은 이를 공개적으로 관리하고 지속적으로 해결해나가는 그 과정에 있다.



[그림 7] 원전 안전문화 영향분석 인과지도(문제의 확인 및 해결)

7) 조직의 안전우선 절차 운영

Base Frame에 기반을 둔 안전문화 인과지도의 마지막 내용은 조직의 안전우선 절차운영에 관한 것이다. 10.1 체계적 업무수행 관리, 10.2 설계여유도 엄격 관리, 10.3 체계적 문서 관리, 10.4 철저한 절차준수가 그것이다. 우리는 앞에서 철저한 절차준수가 사건, 사고를 예방할 것임을 보였다. 또한 절차를 준수하기 위해서는 체계적인 교육훈련 및 지식전수와 정기적인 자체진단이 필요할 뿐만 아니라, 10.1 엄격한 업무수행 관리가 이루어져야 한다. 엄격한 업무수행 관리는 업무 스케줄을 빡빡하게 하라는 의미가 아니라, 인적, 조직적 요소들을 고려한 적절한 업무관리가 이루어져야 한다는 의미이다. 즉, 급작스런 대응을 최소화하여 예측가능한 업무수행이 이루어져야 한다는 것을 의미한다. 이를 위해서는 인력과 시간에 대한 완충을 두어야 할 필요가 있는데, 이러한 조치는 장기적인 관점에서 발전소 운영의 효율성 높일 수도 있다. 왜냐하면, 인력과 시간의 활용가능성이 사건, 사고의 발생으로 인한 발전소 정지를 막고, 더 큰 사건, 사고로 이어지는 것을 막을 수 있기 때문이다. 한편, 체계적인 업무수행 관리를 위해서는 체계적으로 문서관리가 이루어져야 한다. 모든 업무는 문서에 기반해야 하며, 중요한 사항을 구두로 지시하는 것은 지양되어야 한다.



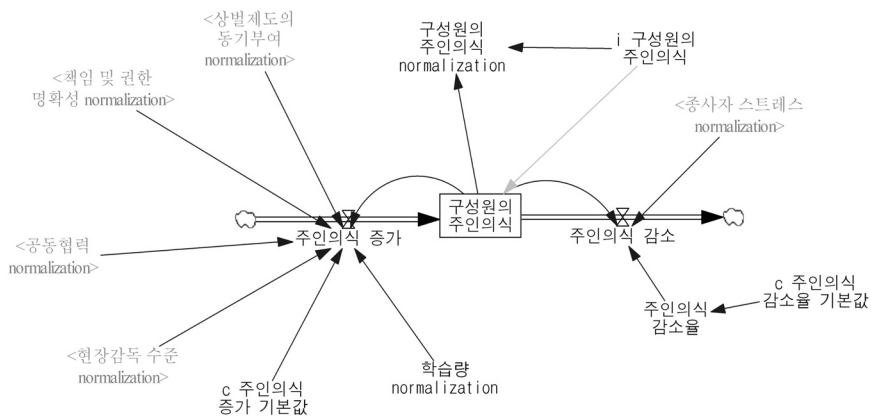
[그림 8] 원전 안전문화 영향분석 인과지도(체계적 업무수행)

IV. Base Frame 기반 안전문화 시뮬레이션 모델링

Base Frame 기반 안전문화 영향요인 인과지도를 바탕으로, 저장-유량 다이어그램 (Stock-Flow Diagram, SFD)을 구성하였다. 저장-유량 다이어그램은 조직의 동태적인 현상을 분석하는 시스템 다이내믹스(System Dynamics) 기법 중에서 정량적 시뮬레이션 모델링 (Quantifying Simulation Modeling)을 의미한다. 이를 통해 시간적 변화에 따른 변수의 동태적 거동(Dynamic Behavior)을 수치적으로 분석할 수 있는 바, 본 연구에서는 원자력 안전문화의 중요한 요소인 구성원의 주인의식과 기술기준 준수에 대해서 간략하게 모델링을 하였다.

1. 구성원의 주인의식에 대한 저장-유량 다이어그램과 분석

정량화된 안전문화 영향관계 분석과 정책적 대안의 작성을 위해서는 실증조사를 통한 통계적 분석과 더불어 정량적 시뮬레이션 모델이 필요하다. 정량적 모델링은 시스템 다이내믹스 기법 중 저장-유량 다이어그램을 적용하는데, 앞서 작성된 인과지도의 속성 차원에서의 모델링을 시행하고 있다. 아래의 그림은 Base Frame에서 원전 조직 구성원의 주인의식(Ownership)에 대한 저장-유량 다이어그램이다.



[그림 9] 원전 안전문화 저장-유량 다이어그램 작성(구성원의 주인의식)

이 시뮬레이션 모듈은 구성원의 주인의식 수준(Level)이 변동하는 것을 정량적으로 계산하기 위해서 만들어진 것인데 보는 바와 같이, 하나의 저장(직사각형, First Order Stock)에 이 저장의 값을 결정하는 두 개의 유량변수(밸브모양, Flow Variable 또는 Rate Variable)인 주인의식 증가와 주인의식 감소로 구성되어 있는 비교적 간단한 형태의 모델이다. 즉, 구성원의 주인의식의 수준은 주인의식이 증가하는 요소와 감소하는 요소가 동시에 영향을 미쳐 결정되는 것으로서, 구성원들이 원래 가지고 있는 주인의식의 수준(초기값, 모델에서는 i 구성원의 주인의식)에 영향 요인들이 곱해지는 형태로 도출된다.

주인의식을 결정하는 영향요인은 여러 가지인데, 이러한 요인들은 앞선 인과지도에 확정되었다. 상기의 모델에서는 Base Frame에서 도출한 원활한 공동협력, 현장 중시 리더십, 안전중시 상벌에 의한 동기부여, 안전책임 및 권한의 명확화, 교육훈련 및 학습은 구성원의 주인의식 증가에 영향을 미치는 요소이고, 피로와 스트레스는 주인의식을 감소하는 요소이다. 이러한 영향요인들은 설문조사와 관찰 그리고 인터뷰 등의 실증연구를 통해 그 타당성이 입증된다. 원전 조직 구성원의 주인의식 수준을 수식으로 나타내면 다음과 같다.

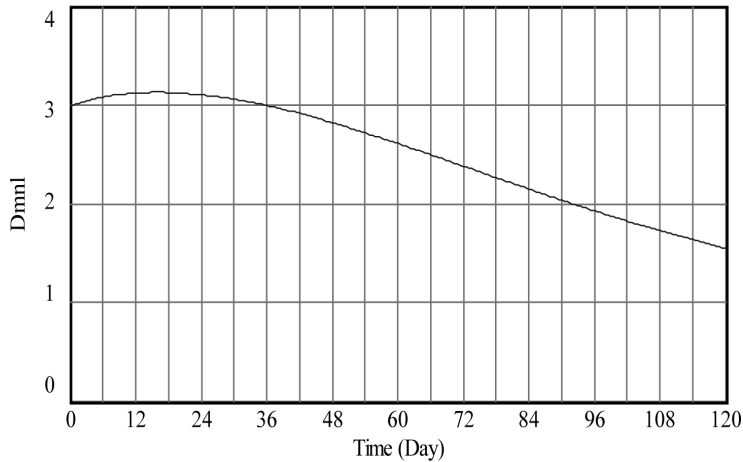
$$\int_0^t (\text{주인의식 증가} - \text{주인의식 감소}) dt + i \text{ 구성원의 주인의식} \dots \dots \text{식(1)}$$

한편, 유량변수인 주인의식 증가와 감소를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{주인의식 증가} &= \text{구성원의 주인의식} \times c \text{ 주인의식 증가 기본값} \\ &\quad \times \text{공동협력 normalization} \times \text{현장감독 수준 normalization} \\ &\quad \times \text{상벌제도의 동기부여 normalization} \times \text{학습량 normalization} \\ &\quad \times \text{책임 및 권한 명확성 normalization} \dots \dots \text{식(2)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{주인의식 감소} &= \text{구성원의 주인의식} \times c \text{ 주인의식 감소 기본값} \\ &\quad \times \text{종사자 스트레스 normalization} \dots \dots \text{식(3)} \end{aligned}$$

구성원의 주인의식



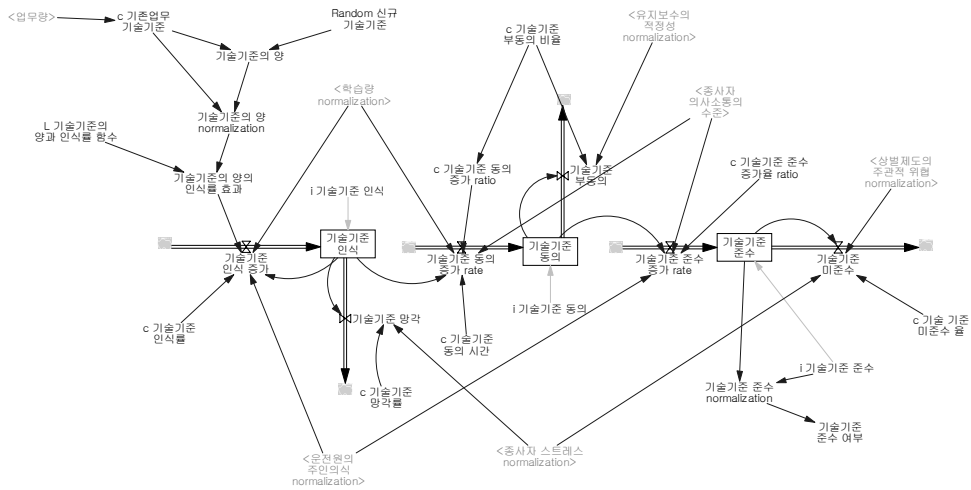
구성원의 주인의식 :current _____

[그림 10] 구성원의 주인의식 시뮬레이션 결과

위의 그림은 원전 구성원의 주인의식 수준을 상기의 논리와 수식으로 계산할 때 도출한 예시 결과이다. 구성원의 주인의식은 시간의 흐름에 따라서 임의의 초기값 3을 기준으로 약간 상승하다가 하락하는 모습을 보여주고 있는바, 전반적으로 안전문화의 요소들이 동반 하락하였기 때문에 발생하는 결과라고 볼 수 있다.

2. 기술기준 준수에 대한 저장-유량 다이어그램의 작성과 결과

아래 그림은 안전문화 속성 중 제일 첫 번째로 제시되는 기술기준 준수에 해당되는 저장-유량 다이어그램을 보여주고 있다.

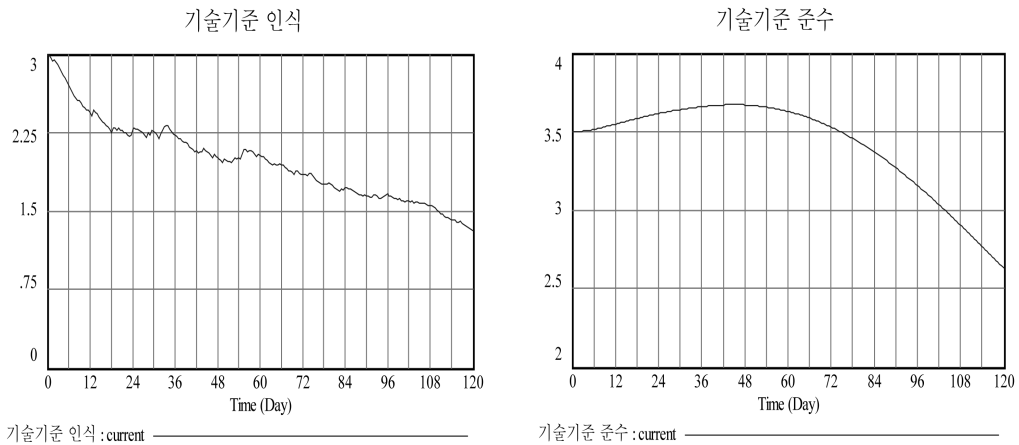


[그림 11] 원전 안전문화 저장-유량 다이어그램(기술기준 준수)

기술기준을 준수하기 위해서는 근로자들이 기술기준을 인식하고 동의하는 과정이 필요 한데, 차배근(1997)에 따르면, 어떠한 행동이 일어나기 위해서는 7단계의 과정을 거친다고 한다. ①주의, ②지각, ③이해, ④학습, ⑤태도변화, ⑥파지(기억유지), ⑦외적행동이 그것 인데, 본 모델에서는 이를 압축해서, 기술기준을 준수하기 위한 인지와 동의 그리고 행동 (준수)의 3단계로 모델링하였다.

기술기준 준수에 영향을 미치는 항목은 굉장히 다양한데, Base Frame의 영향요소인 주인의 의식, 의사소통, 의사결정, 교육훈련 및 학습, 개인위험인식, 피로와 스트레스 같은 요인들이 영향을 주고 있다. 기술기준 준수를 모델링하기 위해서는 이러한 영향요소들 역시 함께 모델링을 수행해야 된다.

기술기준 준수 모델링의 결과를 살펴보면, 아래 [그림 6]이 기술기준 인식과 준수에 대한 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다. 초기값 3을 기준으로 인식수준은 업무량이 많아질수록 떨어지는 양상을 보이고 있으며, 그에 따라 기술기준에 대해서 동의하고 준수하는 것 역시 하향세를 보일 것으로 시뮬레이션 결과는 나타내고 있다. 그것은 기술기준의 양이 매우 빠르게 증가할 뿐만 아니라, 중사자들의 주인의의식이 하락하고 있기 때문이다.



[그림 12] 기술기준 시뮬레이션 결과

V. 결론

원자력 발전소 안전문화에 관한 정성적, 정량적 시뮬레이션 분석 결과는 안전문화의 개념적 속성들이 내재하고 상호관계에 대한 보다 명확한 시야를 제공해준다. 즉, 안전문화의 개념적 구성 요소들간의 관계를 정리함으로써 무엇이 선결되어야 목표로 하는 안전문화 수준까지 도달할 수 있는지에 대한 이정표를 제시해 주는 것이다.

이를 위하여 본 논문에서는 원자력 발전소에 적용되고 있는 안전문화의 개념과 주요 구성요소들에 대해서 Base Frame으로 구성하였고, 이를 바탕으로 인과지도를 통해 정성적인 관계를 설정하였다. 또한 이를 정량적 모델로 만들기 위해서 유량-저장 다이어그램을 구축하였다. 정량적 시뮬레이션은 주인의식과 기술기준 준수에 대하여 한정적으로 시행하였다.

주인의식의 하락이 필연적으로 일어날 수밖에 없는 상황임은 비교적 자명하다. 국가와 공동체보다는 자기 이익중심의 가치관을 가진 신세대의 등장과 국내외 신규원전 건설에 따른 신규인력의 대규모 유입은 주인의식의 붕괴를 가져왔으며, 비리와 부패의 사슬을 끊기 위해 순환보직 강화와 협력업체의 증가는 이러한 주인의식 하락을 부채질하고 있다. 이를 되돌리기 위해 허구에 기반한 주인의식을 강화하는 것보다 전문성에 입각한 책임의식을 강화하는 것이 더 바람직하다.

한편, 원자력 발전소 조직의 기술기준을 지키는 것이 생명이다. 그러나 안전문화의 하락은 기술기준에 대한 위배를 가져오고 그에 따라 사건, 사고는 더 많이 발생한다. 사건, 사고의 증가는 더 많은 교정적 조치를 요구하며 안전을 책임지고 있는 사람들의 업무량을 증

대시킨다. 늘어난 일만큼 주어진 시간내에 기존 업무를 완료해야 하는 종사자들은 시간적 압박을 받고, 규칙과 절차를 어기게 된다. 또한 스케줄 압력은 종사자들에게 큰 스트레스가 되며, 정밀한 업무에서의 실수를 야기하게 된다. 이것이 원자력 발전소가 당면한 핵심적인 문제이다.

다만, 본 논문에서 제시하는 것은 이러한 원자력 안전문화 증진을 위한 연구의 초입에서 몇 가지의 가설적인 관계를 설정해보고 그에 따라 주요한 변수를 대상으로 분석을 시행해 본 것에 지나지 않을 수도 있다. 기대할 수 있는 것은 모델이 더욱 개발되고, 향후 실증조사와 통계적 분석을 통해서 가설을 시험해봄으로써 보다 강건한 모델을 구축할 수 있을 것으로 사료된다.

【참고문헌】

- 오영민 · 류진. (2015). “시스템 다이내믹스 기법을 활용한 고위험 조직 사고 사례 분석”. 『한국 시스템다이내믹스 연구』 16(3): 5-29.
- 장순홍 · 백원필. (1999). 『원자력 안전』. 서울: 청문각.
- 차배근. (1997). 『설득 커뮤니케이션 개론』. 서울: 서울대학교출판사.
- 찰스 페로, 김태훈 옮김. (2013). 『무엇이 재앙을 만드는가?』. 서울: RHK.
- Cooper, M. D. (2000). “Towards a model of safety culture”. *Safety Science*, 36: 111-136.
- HSE. (1997). *Safety Climate Measurement User Guide and Toolkit*.
- IAEA. (2009). *The Management System for Nuclear Installations*. IAEA Safety Standards Series No. GS-G-3.5.
- IAEA. (2012). *Report of the EXPERT MISSION to review the station blackout event that happened at Kori 1 NPP on 9 February 2012 Republic of Korea*.
- INPO. (2013). *Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture*. INPO 12-012.
- Lee T., and Harrison T. (2000). “Assessing safety culture in nuclear power stations”. *Safety Science*, 34: 61-97
- Levenson, N. G., Barrett, B., Carroll, J., Cutcher-Gershenfeld, J., Dulac, N., Zipkin, D. (2005). *Modeling, Analyzing, and Engineering NASA’s Safety Culture*. Phase 1 Final Report. MIT.
- Leveson, N. G. (2011). “Applying systems thinking to analyze and learn from events”. *Safety Science*, 49: 55-64.
- Lyneis, J., & Madnick, S. (2008). *Preventing accidents and building a culture of safety: Insights from a simulation model*. Working paper. Composite Information Systems Laboratory. Sloan School of Management. Massachusetts Institute of Technology.
- Marais, K., Levenson, N.G. (2006). Archetype for Organizational Safety. *Safety Science*, 44(7), 565-582.
- NRC. (2014). Safety Culture Common Language. NUREG-2165.
- Patankar, Manoj S et al. (2013). *Safety Culture: Building and sustaining a cultural change in aviation and healthcare*. Ashgate. UK.
- Reason J. (1990). *Human error*. New York. Cambridge University Press.

U.S. Chemical Safety And Hazard Investigation Board. (2010). *Urgent Recommendations*.

Zohar, D. (1980). "Safety climate in industrial organizations: theoretical and applied implications".
Journal of Applied Psychology, 65: 96-102.

▶ 접수일 : 2015. 5. 21. / 수정일 : 2015. 7. 14. / 게재확정일 : 2015. 12. 21.