

오류의 심리과정

김 정 오

서울대학교 심리학과

여러 사고(accident)는 일차적으로 부주의, 기억 실패 등의 심리과정에 기인하는 오류 때문이라는 주장을 검토하였다. 본 논문은 사람들이 일상적으로 저지르는 실수에는 심리적 요인들이 있고, 실험실, 작업실, 통제실 등에서 사람들이 하는 행위에 이 요인들이 관여하며, 이 요인들과 외적인 요인들이 복합적으로 작용하여 때때로 안전사고가 발생함을 밝히고자 하였다. 개인 수준에서 오류의 원인을 Reason(1984)의 인간행위 모델을 중심으로 정리한 다음, 이 모델이 강조하는 심리과정들을 복잡한 시스템에서 사고발생에 관한 인간요인을 다룬 Senders와 Moray(1991)의 오류 분석 인과망과 연결지었다. 이러한 시도와 함께 오류 및 사고 연구의 합축, 오류 발생을 줄이는 원칙 등을 정리하고, 관련 문제들을 논하였다.

주요어: 오류, 사고, 부주의, 기억실패, 인과망

본 논문에 좋은 제안을 해주신 심사위원들께 감사드린다.

교신저자: 김정오, (151-742) 서울시 관악구 신림9동, 서울대학교 사회과학대학 심리학과

E-mail : jungokim@plaza.snu.ac.kr

서울대학교 환경안전원은 2005 년에 실험실 안전교육을 이수한 1,700 여명을 대상으로 설문 조사를 실시하였다(손병권, 2005). 이 설문지 중 “귀하의 실험실 주변에 개인의 안전을 위협하는 요인이 있다고 생각하십니까?”란 물음에 전체 응답자의 52%가 많은 편이라고 답하였다. “최근 공대 실험실 폭발사고, KAIST 폭발사고 등 대형 안전사고가 자신에게도 발생할 수 있다는 불안감이 든 적이 있습니까?”란 물음에 전체 응답자의 66%가 그런 불안감이 든 적이 있다고 답하였다. 그러나 안전사고 예방을 위한 실험실 안전 수칙 및 비상시 행동요령을 “잘 아는”응답자들은 전체의 4%, “대체로 아는”응답자들은 48%이었고, “대체로 모른다”는 응답자들은 40%에 달하였다.

이 논문은 사람들이 실험실, 공작실, 작업실, 검사실 등 여러 환경에서 실수를 저질러 안전사고를 초래할 가능성, 그 이유, 실수와 사고의 관계, 복잡한 시스템에서 사고 발생에 기여하는 인간요인, 실수와 사고의 인과망 등을 실제 예와 이론적 분석을 중심으로 소개한다. 이 논문은 사람의 작업 행동이 습관적이 되거나 불안 같은 심리 상태 때문에 사람들이 실수를 저지르고 때때로 안전사고를 초래함을 강조한다. 이 논문에서는 우리가 보통 사용하는 “실수”란 표현을 쓰지만, 그 내용에 따라 객관적인 용어로 오류(error)를 사용한다.

이 논문은 (1) 사람들이 일상적으로 저지르는 실수의 배후에 심리적 요인들이 있으며, (2) 실험실, 작업실, 통제실 등에서 사람들의 행위에도 이러한 요인들이 개입하며, (3) 이러한 심리적 요인들과 외적인 요인들이 복합적으로 작용하여 때때로 안전사고가 발생함을 밝히려 한다.

들어감

우리 모두 때때로 잘못을 저지른다. 친구 집에 전화한다는 것이 무심코 자기 집에 전화하거나, 냉장고를 열었는데 왜 열었는지 그 이유가 즉시 생각나지 않는다. 자동차 브레이크를 밟아야 하는데 가속기를 밟는다. 장치나 도구를 이용해서 실험하거나, 제품을 조립할 때 사람들은 의도와는 전혀 다른 일을 이따금 저지른다. 실험실, 조종석, 공장의 제어실 등과 같은 복잡한 시스템에서 사람들은 의도, 부주의, 기억 실패 등 때문에 실수를 저지르고 불편을 겪거나 심지어 참담한 안전사고를 겪는다. 사람들이 저지르는 실수는 현대 생활의 특징인 복합 시스템의 설계, 운용, 관리, 또는 유지에서 발생하기 마련이다.

이 논문은 사람이 어떤 이유로 실수하며, 이러한 실수가 시스템과 상호작용에서 어떤 경로로 오류를 저지르게 되는지 알아본다. 오류의 원인을 분석하고, 사소한 실수가 어떻게 해서 사고에 이르게 되는지 그 흐름도를 알게 되면 실수에 대해 좀더 방어적이 되어 주의력을 기울이는 유심한 행동(mindful behavior)을 할 수 있게 된다. 결과적으로 실험실이나 공작실에서 실수에 의한 사고의 예방책을 찾아 그 빈도를 줄이게 된다.

실험실 사고의 한 예 한 학생이 실험실 탁자 위에서 메틸 메타크릴레이트 1 리터를 저압상태에서 증류하고 있었는데, 갑자기 증류기 꼭지 부분의 이음새가 터지면서 고온 용액이 천정으로 치솟았다. 용액이 튀어 옆에 있던 다른 학생의 피부가 약간 상하는 사고가 발생하였다. 이 사고의 직접적인 원인은 증류기를 진공 펌프에 연결시키는 관의 마개가 잠

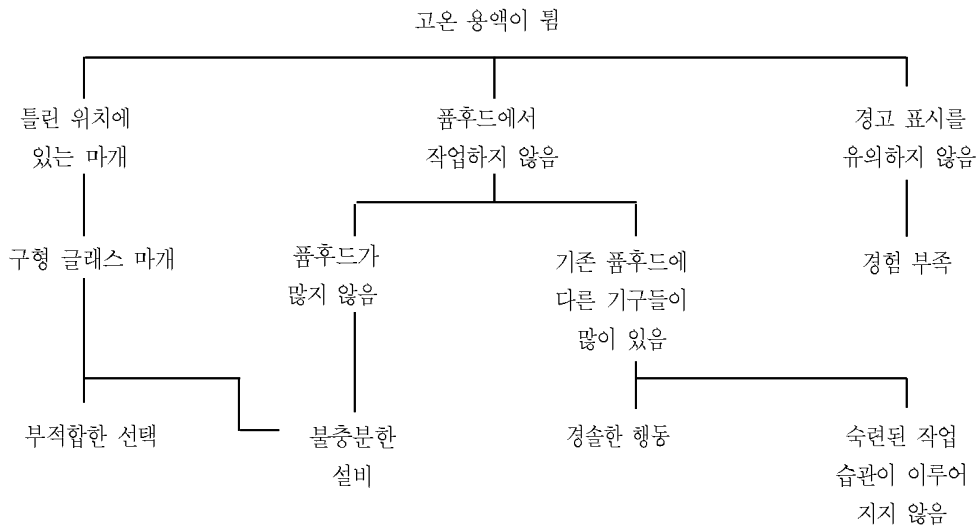


그림 1. 고온 용액이 튄 사고의 인과나무 분석

겨진 상태에 있었고, 용액이 끓으면서 증류기 내 압력이 급격히 증가하여 이음새가 터진 것이다.

이 사고를 더 면밀히 분석할 때 여러 원인들이 복합적으로 작용하였음이 드러났다. 폼 후드(fume hood) 안에 다른 기구들이 있어서 그 학생이 후드 내에서 증류하지 않았다. 그리고 낡은 글래스 유형이어서 그 마개의 개폐 여부를 쉽게 알 수 없었다. 학생은 용액의 증류 절차를 잘 알지 못했거나, 주의사항을 제대로 따르지 않았다. 이 사고는 그림 1의 인과 나무(causal tree)로 분석된다. 이 인과나무에서 몇 가지를 주목할 필요가 있다. 구형 글래스를 실험실에서 여전히 사용하고 있는 무심한 행동, 기구의 미비, 동료들이 폼 후드를 사용할 수 있게 그 안을 치우지 못한 행동, 속달된 작업 습관이 결여된 것 등이 모두 실수를 안전사고로 연결되게 하는 인간요인(human factors)이다. 실험실 사고는 실험실의 기본 장비나 설비와 같은 물리적 환경 및 그 환경 내

에서 작업하는 사람들의 심리 과정과 복합적으로 관련되어 있다.

핵발전소에서 발생한 사고의 원인 분석 실험실에서 발생하는 사고와 비교해서 심각한 대형 사고를 유발할 수 있는 원자력발전소에서 기술자들은 어떤 실수를 저지룰까? Rasmussen (1980)은 원자력발전소에서 발생한 200가지 사고를 분석하였다(표 1). 이 표에서 주목할 사실은 어떤 목표를 달성하려 할 때 반드시 해야 하는 행위를 빼먹는 실수가 가장 으뜸(42%)을 차지한다는 점이다. 부주의로 생긴 이러한 오류들은 설비 유지와 관련된 속달된 작업(예, 예방 조치, 검사, 불량 부속품의 대체 또는 수리, 감독 등) 행동에서 발생한다.

앞서 실험실에서 사고를 낸 학생은 용액을 끓일 때 폼 후드에서 이 작업을 해야 한다는 사실을 잊고 마개가 열려 있는지 잠겨 있는지를 확인하는, 즉 파악 행위를 빠뜨렸다. 원자력발전가동연구소(Institute of Nuclear Power

표 1. 원자력발전소 200가지 사고의 오류 유형과 그 퍼센트 (%)

작업 중 딴 생각을 함	1.5
낮익은 연상	3
어떤 작업 목표에 필요하지만 별개의 행위를 빠뜨림	34
다른 유형의 빠뜨림	8.5
여러 행위 대안들 중 좋지 않은 것 택하기	5.5
강한 기대	5
부작용을 고려하지 않음	7.5
잠재적인 조건을 고려하지 않음	10
매뉴얼이 다르거나 정밀성 부족	5
위치 파악의 결여	5
기타	10
합계	100

표 2. 인간요인 문제의 분석(%)

잘못된 절차 또는 기록	43
전문지식이나 훈련 부족	18
수칙을 따르지 않음	16
잘못된 계획 짜기	10
잘못된 의사 소통	6
잘못된 감독	3
정책 문제	2
기타	2

Operation, INPO)에 보고된 심각한 사고들(1985)을 분석한 결과, 그 대부분이 인간요인에서 비롯되고, 나머지는 설비, 설계 문제 등의 외적인 요인에서 비롯되었다. 이 인간요인들은 표 2에 정리되어 있다.

이 원인들은 대부분이 시설과 장비의 유지에 있어 점검이나 하자 보수와 관련된 활동 또는 잘못 내린 판단에서 비롯된다. 앞으로 살펴보겠지만, 설비와 장비의 유지와 관련된

활동을 철저히 하지 못하는 까닭은 습관화된 행동이나 기억의 실패 때문에 부주의하게 되는 경우가 많기 때문이다.

2005년 서울대학교 환경안전원에서 실시한 설문조사의 결과(손병권, 2005)를 보면, 약 1700여명의 피교육자들 중 22%가 안전사고를 목격 또는 경험했는데, 360여 가지 사고들 중 장비 및 기구 취급부주의에 의한 사고는 40%, 위험물질(예, 폭발성 화공품) 취급부주의에 의한 사고는 38%로 나타났다.

이제 사람들이 실험실, 조종석, 공장제어실과 같은 시스템에서 저지르는 오류의 원인을 이해하기 위해 먼저 몇 가지 필요한 사항을 살펴보자.

용어 정의

사람들이 사고를 저지르게 되는 심리를 잘 이해하려면 무엇보다도 그들이 저지르는 실수가 무엇이며, 그 종류가 어떠한지, 실수와 사고가 어떤 관계인지를 분명히 이해할 필요가 있다.

오류 일상적으로 의도한 것과는 다른 행동을 할 때 실수했다고 하지만, 그 원인이 밝혀지기 전에는 오류(error)란 용어를 사용한다. 오류는 행위자가 의도하지 않았고, 어떤 기준에 맞지 않는 것인데, 시스템이 납득할 수 있는 한계를 넘어서는 것이다. 이 장에서 오류는 포괄적인 용어로 사용되며, 각기 다른 심리적 원인에서 생긴 실수(slip), 착오(lapse) 및 실책(mistake, 失策)을 포함한다. 좁은 의미에서 실수는 행위자의 의도와 맞지 않는 행위를 말한다. 원래 생각했던 것과는 전혀 다른 말을 하는 것과 같은 말실수(slip of tongue)는 실수의 중

은 예이다. 이러한 실수는 실책과는 달리 계획이나 의도는 좋은데, 그 실행이 잘못된 것이다. 예를 들어, 실험실에서 진공을 해제하지 않고 진공펌프를 끄는 것은 펌프에만 주의를 하여 발생하는 실수이다. 착오는 주로 기억하지 못해 생긴 잘못인데, 실제 행동으로 나타나지 않는 경우가 많고 당사자만이 그 잘못을 인식할 수 있다. 에테르의 경우 3 개월마다 과산화물 생성 여부를 점검해야 하는데, 날짜를 제대로 기억하지 못해 점검하지 않으면 착오이다. 실책은 부정확한 정보에 바탕을 두고 있는 잘못된 선택기준 또는 잘못된 가치 판단을 하는 것을 말한다. 부정확한 정보에 바탕을 둔 잘못된 판단이나 계획 때문에 어떤 행위가 진행되지만 그 계획이 처음부터 잘못되어 그 결과가 좋지 않은 것이 실책이다 (Norman, 1988). 예를 들어, 우리나라가 몇 년 전에 겪었던 IMF 한파의 원인은 여러 가지이지만, 무엇보다 국제 금융에 대한 지식이 부족할 때 잘못된 판단으로 OECD에 가입하여 금융개방이 급속히 이루어졌기 때문이다. OECD 가입은 고위 경제정책 담당자들의 실책이다.

사고(incident) 수칙에 따라 독극물을 취급하지 않았든지, 보안경을 착용하지 않고 용액을 다룬다든지, 시험관을 옮기는 중 부주의로 용액을 흘린다든지 등은 모두 의도하지 않았지만 경우에 따라 건강을 해치거나 재산상의 손실을 입게 되는 사고를 유발한다.

사람들은 사고와 오류를 같다고 생각하는 경향이 강하다. 사고는 어떤 오류가 표현된 결과로 생각할 수 있다. 미리 말해 둘 것은 어떤 오류를 저지르지 않았는데도 사고가 발생할 수 있다는 점이다. 예를 들면, 어떤 사람

이 큰 나무에서 떨어져 있으려 했는데 쓰러지는 나무에 깔려 사망했다면, 그 사람은 어떠한 오류도 범하지 않은 것이다.

오류는 사고의 중요한 선행 인자이다. 보통 사고란 실수, 실책 등의 오류에 기인하는 불행한 결과이다. 사람이 저지르는 어떤 오류는 사고를 초래하지만, 그러나 모든 오류가 사고에 이르지 않는다. 요컨대, 사고는 사람이 부상을 당하거나 재산상의 손실이 있거나 어떤 불행이 초래되는 경우를 말한다.

오류 행위의 원인과 분포

사람은 주로 습관화된 행동의 실행과 주의(attention)의 복잡한 관계로 오류를 저지른다 (예, Reason, 1984). 여기서 주의란 마음이 어떤 대상이나 생각에 생생하게, 분명히 사로잡히는 심리 상태이다. 어떤 대상이나 생각에 주의를 주면 그 정체가 신속히, 정확히 파악되면서 적절한 반응을 하게 된다. 이 때 다른 생각이나 대상들은 무시되어 잘 의식되지 않는다. 교통이 번잡하지 않을 때 라디오 방송을 들으며 쉽게 운전할 수 있으나 복잡할 때는 그 소리가 들리지 않는다. 교통 조건이 주의를 끌어 방송 내용을 의식하지 못하게 만든다. 이처럼 한 대상에 대한 의식의 초점화가 바로 주의이다. 습관화된 행동이란 그 행동을 수없이 반복하여 결국에는 기계가 작동하는 것처럼 별 생각이나 의식이 없이 숙달된 행동을 해내게 됨을 말한다. 글을 읽거나, 구구단을 외우거나, 바둑을 두거나, 타이핑하는 것 등이 바로 습관화된 행동이다. 습관화된 행동은 어떤 실마리만 주어진다면 자동적으로 실행된다. 많은 연습을 거쳐 습관화된 그 행동의 실행에 주의가 별로 관여하지 않는다.

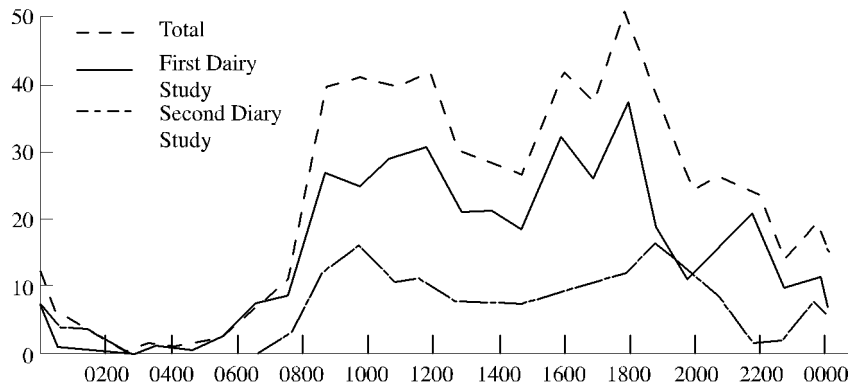


그림 2. 하루 중 시간대에 따른 오류의 발생

찰리 채플린이 주연한 모던 타임즈에서 습관화된 행동의 예를 볼 수 있다. 찰리는 작업대에서 연속적으로 흘러오는 쇠판의 두 나사를 조이는 일만 한다. 어떤 사건이 터진 후 그는 다소 혼란된 정신 상태에서 두 개의 둥그런 물건(실마리)만 보면 그것이 단추든 사람의 귀이든 무조건 나사로 착각하여 조이려 하였다(습관화된 작업 행동).

Reason(1984)의 오류 연구 Reason(1984)은 사람들에게 일주일 동안 그들이 저지르는 오류들을 기록하게 하였다. 이러한 오류에는 어떤 계획을 까맣게 잊거나, 잘 아는 사람의 이름을 즉시 생각하지 못하나, 방금 말하려 한 내용을 잊어먹거나, ‘어떤 다른 일을 해야 하는데...’ 하는 느낌을 갖거나, 갖고 있는 물건을 계속 찾거나, 물건을 잘못 집거나, 틀린 계획을 다시 따르는 등이 포함된다. 사람들의 보고에 의하면 상당수의 행위 실수(예, 거스름을 받지 않고 가게를 나서기)는 면밀한 주의가 필요 없는, 즉 쉽게 하는 일(예, 물건값을 지불한 다음, 가게를 나서기)을 할 때 발생하였다.

사람들이 이러한 오류를 저지르는 빈도를 시간대에 따라 보고하도록 하고, 이를 분석한 결과, 주의 실패 또는 기억 실패에 기인하는 것으로 밝혀졌다. 예를 들어, 은박지를 벗기고 껌을 먹으려 했는데 그 은박지는 입에 넣고, 껌은 쓰레기통에 버리는 행동은 은박지와 껌 두 대상에 주의가 적절히 주어지지 않아 초래된 실수이다. 실험실에서 파이펫할 때 입으로 하는 행동도 내용물에 주의하지 않고 단순히 병을 빨게 되는 경우도 습관화된 행동 때문이다. 이와 대조적으로 무슨 말을 하려 했는데 그 내용을 생각 못한다든지, 잘 아는 어떤 이름을 생각하지 못하는 것은 기억 실패에 기인하는 착오이다. 앞서 언급한 실험실 사고의 예에서 폼 후드 내에서 용액을 가열하지 않은 행동도 안전 수칙을 기억하지 못해 생긴 착오이다.

Reason(1984)은 사람들이 실수하는 행동들을 보고하는 방법으로 연구하였으므로 오류의 원인을 주의 실패와 기억 실패에 기인하는 것으로 국한된 결론을 내리게 되었다. 사람의 심적 상태도 오류와 관련된다. 흥분하거나 우울한 상태에 있을 경우 사람들은 어떤 행동을

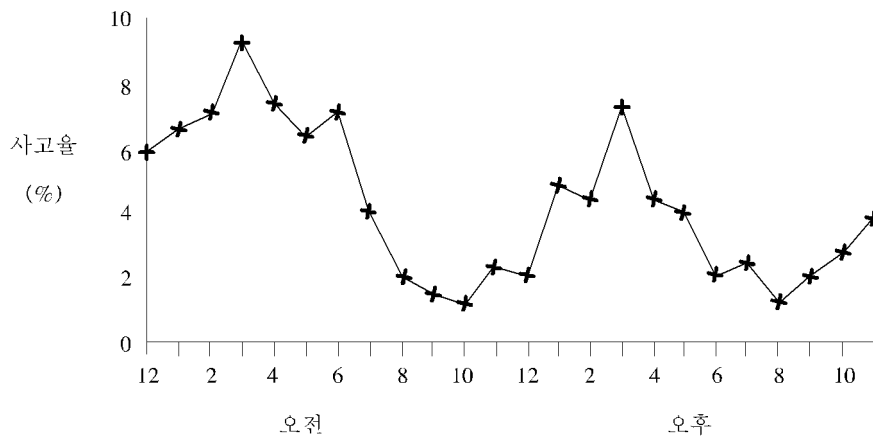


그림 3. 수면부족과 관련된 교통사고의 발생빈도

할 때 필요한 정보를 제대로 수집하지 않게 된다. 사람들이 위험하거나 안전하지 않은 행동을 하게 되는 까닭은 바로 그 행동에 필요한 정보를 사전에 제대로 수집하지 않아서 그렇다. 이 경우 주의실패에 의한 실수일 가능성이 크다.

오류 발생의 분포 Reason(1984)은 사람들에게 오류가 발생하는 때를 기록하게 하여 하루 중에서 그 분포가 어떻게 되는지를 정리하였다. 그 결과는 그림 2에 정리되어 있다. 이 그림에는 첫 일기 연구에서 수집한 433가지 오류와 두 번째 일기 연구에서 수집한 192가지 오류들이 하루 중 어느 시간대에 가장 많이 발생하는지를 보여 준다. 이 그림을 보면 8시부터 12시 사이, 그리고 오후 5시와 7시 사이에 사람들이 잘못을 가장 많이 저지르고 있음을 알 수 있다. 이러한 오류는 사람들이 활동을 많이 하는 시간대와 집에서 일터로, 또는 일터에서 집으로 상황이 바뀔 무렵에 특히 많이 발생하는 것으로 나타났다.

그림 2를 보면, 오후 4시에서 6시 사이에

사람들은 다른 시간대에 비해 훨씬 많은 오류를 저지르고 있다. 이스라엘에서 1984~1989년 사이의 교통사고를 시간대로 분석한 자료를 보자. 그림 3은 바로 그 결과인데, 하루 중 수면 부족에 기인하는 교통사고가 최고에 달하는 시간대는 오전 1시부터 4시 사이, 그리고 이보다 낮지만 오후 1시부터 4시 사이이다. 이 자료에서 주목할 것은 이 두 시간대는 도로에 교통량이 적은 때라는 점이다. 특히 오후 1시부터 4시 사이는 사람들이 보통 수면 부족으로 조는 상태에 빠지기 쉬운, 따라서 상황의 변화에 주의를 잘 주지 않는 시간이다. 이 두 연구에서 드러났듯이 오후에 사람들이 오류를 많이 저지르거나, 수면 부족으로 인한 교통사고를 빈번히 내는 것은 각성 상태가 낮아져 중요한 대상에 주의를 잘 하지 않기 때문이다.

개인 오류의 원인

사람들이 저지르는 오류는 수 백 가지나 된다. 이러한 오류 배후의 심리적 원인은 다양

하다. 정신분석학에서는 말 실수를 실수하는 사람이 상대에 대해 갖고 있는 공격성이 무의식적으로 표현되었다고 본다. 인간이 감각기관에 들어오는 정보를 시간의 흐름에 따라 다양하게 처리하고, 가공하여 어떤 행위를 하게 된다고 보는 인지심리학자들은 인간의 오류를 정신분석학과는 다른 수준에서 다른 개념으로 분석하고, 설명한다.

앞서 사람들이 저지르는 여러 오류를 주의 실패와 기억 실패로 분석하였다. 이러한 분석은 오류의 정체를 이해하는 첫 걸음에 지나지 않는다. 여기서는 어떤 심리 요인들이 인간 행위체계 내에서 어떤 경로로 어떤 오류를 초래하게 되는지 알아본다.

오류를 설명하는 모델 Reason은 사람들의 오류를 분석하고, 이를 심리수준에서 구체적으로 설명하는 한 흥미로운 모델을 제시하였다. 이 모델에서는 어떤 오류가 어떤 심리 메커니즘 때문에 발생하게 되는지를 체계적으로

설명한다.

그림 4는 Reason(1984)의 인간행위 모델을 나타낸다. 이 모델은 사람들에게는 어떤 행위를 유발시키는 동기를 부여하는 욕구체계(need system), 지식이나 정보를 저장하는 기억체계(memory system), 어떤 행동을 계획하고, 진행중인 행동을 감찰하고 지도하며, 앞선 행동을 평가하는 의도체계(intention system), 출력되는 동작을 제어하는 행위 도식(action schema)들로 구성된 행위체계(action system), 그리고 환경의 사건이나 대상을 인식하는 입력기능 체계 및 환경에 대해 다양한 동작을 내놓는 출력기능체계가 존재한다고 가정한다.

이 모델에서 도식이란 일종의 복잡한 지식 구조인데, 상황을 해석하고 행동의 방향을 정할 때 필요한 정보와 일반 규칙으로 이루어져 있다. 예를 들어, '차를 몰고 집에 가겠다'는 의도체계가 활성화되면 잇따라 '가방에 책을 넣는다, 잊어버린 것이 없는지 방을 체크한다, 연구실 문을 잠근다, 계단을 내려온다, 건물을

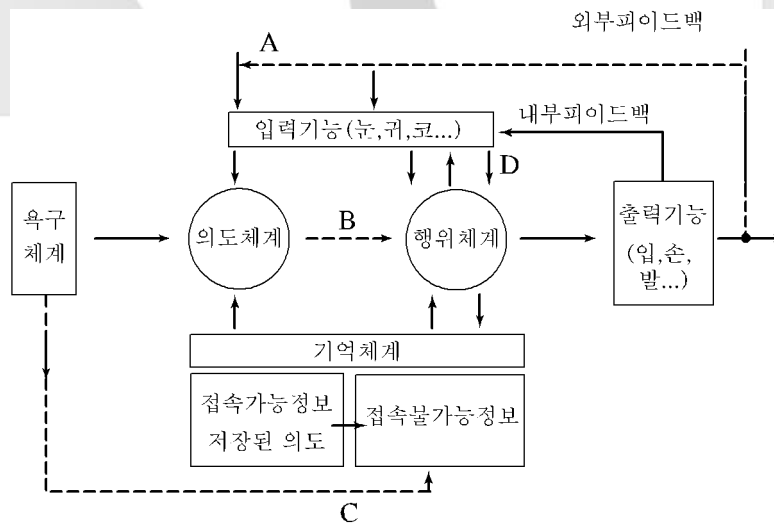


그림 4. Reason (1984)의 인간행위 모델

나선다, 자기 차를 찾는다, 차로 다가간다, 주머니에서 키를 꺼낸다...' 등의 여러 행위들로 구성된 도식이 활성화된다. 어떤 행위의 시발, 선택, 지속 또는 중단을 조절하는 의도체계는 현재 사람이 의식하고 있는 내용에서 그 활동을 드러낸다. 이 체계는 바깥 사건 (입력 기능에 의해) 또는 내적 상태 (욕구체계에 의해)에 따라 그 활동이 촉발된다. 앞의 예를 보면, 책을 보고 있다가 손목 시계를 보고 저녁 시간을 알게 되면 (바깥 사건) 그 때서야 배가 고프다는 느낌을 갖게 되어 (내적 상태) '집으로 가야겠다'는 의도가 형성된다.

사람의 오류와 관련해서 이 모델은 사람이 현재 하고있는 활동이 폐쇄회로 또는 공개회로에서 제어되고 있는지를 주목한다. 사람이 잘 알지 못하는 어떤 일을 할 경우, 의도체계는 세세한 동작까지 주의를 해야 하므로 그림 3의 A와 B 경로를 달아 다른 입력이나 의도의 영향을 받지 않도록 하면서 출력기능을 직접 제어한다. 이와 대조적으로 습관화된 행동을 요구하는 일을 할 때는 이 경로가 열려 있고 (공개회로) 이 때, 의도체계는 지금 하고 있는 일 이외 다른 일도 때때로 하게 된다. 습관적으로 차를 운전하면서 어떤 일을 꼼꼼이 생각하는 것은 제어가 공개회로에 있는 상태이다. 또한 행위체계는 기억체계의 중개에 의해 욕구체계나 입력기능의 영향을 직접 받을 수 있다 (그림 4에서 C 경로). 여기서 접속 가능한 정보란 기억체계에 저장된 정보 중 인출할 수 있는 내용이다. 사람이 숙달된 작업을 할 경우 관련된 동작뿐만 아니라 그 활동과 관련된 지각 입력도 사전에 프로그램이 되어, 다시 말하면 입력이 대충 분석되어 구체적인 행위에 영향을 주게 된다 (그림 4에서 D 경로). 이 경우에 작업과 관련이 없는 생각을

하여 안전을 무시할 수 있다.

Reason의 인간행위 모델에 따른 오류 분석 이 행위 모델은 사람들이 저지르는 수많은 오류를 제어방식, 의도체계, 행위체계 및 입력기능 각각에서 초래된 실패로 나눈다. 제어방식(control mode)에 기인하는 오류란 현재의 작업이 요구하는 제어방식에 있지 않기 때문에 생긴다. 예를 들면, 의도체계가 어떤 고차적인 결정을 내려야 할 때 그 사람이 공개회로 제어 상태에 있으면 원래의 의도와는 다른, 습관화된 행동을 해버리게 된다. 의도체계는 계획 세우기, 계획과 관련된 정보의 저장 및 인출과 관련된 이유로 잘못을 저지르게 한다. 개인이 의도하지 않은 행위도식이 촉발되어 어떤 행동을 해버리면 이것은 행위체계의 실패이다. 입력기능의 실패는 환경의 세세한 변화를 제대로 파악하지 못했기 때문이다. 제어방식 실패와 행위체계 실패는 부주의 때문에, 의도체계 실패는 기억의 망각 때문에, 입력기능 실패는 부주의와 망각 때문에 발생한다.

이제 각 오류 유형의 예를 먼저 살펴보고, 이를 분석하자.

제어방식 실패

예: 1. “체중 때문에 설탕을 적게 먹기로 작정하고, 콘플레이크를 설탕을 치지 않고 먹기로 하였다. 그러나 늘 그러했던 것처럼 설탕을 치고 말았다”

2. “저녁 식사 전에 침실로 가서 옷을 바꾸어 입고 오겠다고 한 사람이 옷을 다 벗어버리고 잠자리에 들었다”

3. “잔에 홍차를 떠 넣고 있었는데 몇 숟갈을 떠 넣었는지 알 수 없었다”.

첫 번째 예는 일상적인 습관을 바꾸려는 행위를 포함한다. 콘플레이크에 주의가 쏠리는 순간, 설탕을 치는 버릇이 그대로 나타난 것이다. 두 번째 예는 둘 이상의 행위가 비슷한 시발점을 가지고 있는데, 주의가 다른 것에 끌려 원래 의도와는 다른, 틀린 행위가 발생하게 된 것이다. 세 번째 예는 앞의 예들과 대조적이다. 그 까닭은 행위체계가 습관적인 행위를 제어하도록 그냥 두어야 할 때 초점주의를 현재 진행중인 활동에 주기 때문이다. 실험실에서 사람들은 용액에 주의하지 않고, 파이펫 끝을 주목하는 순간 그것을 입으로 가져가는 습관적 행동을 보인다. 이 행동도 제어 실패에 기인하는 실수이다.

의도체계 실패

예: 1. “치과 의사와 약속을 하였는데, 치과에 가는 대신 병원에 갔다”

2. “쌀쌀해서 창문을 닫으려 하였다. 그 대신 찬장 문을 닫았다”

3. “책을 읽고 있다가 벌떡 일어섰는데 왜 일어섰는지 생각나지 않았다”

첫 번째 예는 어떤 계획이나 의도가 형성된 후 그것이 어떤 조건이나 장면과 분리되어 망각되고, 원래의 의도와 다른 비슷한 대상에 적용되어 생긴 실수이다. 두 번째 예는 두 대상, 즉 창문과 찬장문을 혼동해서 한 의도를 적용하려 했기 때문이다. 세 번째 예는 문자 그대로 자신의 의도를 망각하여 그 다음 무엇을 해야할지 모르는 것이다.

행위체계 실패

예: 1. “오전에 내 사무실에 몇 번 노크 소리가 들렸다. 이 때 전화기가 울려 수화

기를 들고 ‘들어오시오’ 하고 외쳤다”

2. “화장지로 안경을 닦고 나서 안경은 쓰레기 통에 던지고 더러운 화장지를 손에 쥐었다”

3. “외투를 들고 외출하려던 참에 전화가 왔다. 응답하고 외투 없이 문 밖을 나섰다.”

첫 번째 예는 두 활동적인 행위 도식이 뒤섞여 서로 행동을 제어하려는 과정에서 생기는 실수이다. 노크 소리를 듣고 ‘들어오시오’ 라고 대답하는 행위 절차와 전화기를 들고 자기 이름을 말하는 행위 절차가 비슷한 시기에 작동하여 부주의 때문에 실수가 생긴 것이다. 두 번째 예는 의도의 대상들이 뒤바뀌어 실수를 저지르게 된 것이다. 세 번째 예에서는 예상외의 사건이나 중단 때문에 의도한 어떤 행위(외투를 들고 나가는 행위)가 생략되었다. 실험실에서 진공펌프를 끄기 전 반드시 진공을 해제해야 한다. 진공이 걸린 상태에서 펌프를 끄는 행위는 대학원 일학년생들이 자주 저지르는 실수이다(현택환, 2002). 이러한 실수는 행위체계에 순차적 주의가 주어지지 못했기 때문이다.

입력기능 실패

예: 1. “연구실 문이 열리지 않아 자세히 보니 자동차 키로 문을 열려고 했었다”

2. “커피병을 찬장에 넣는 대신, 냉장고에 넣었다”

3. “내 안경을 열심히 찾았다. 알고 보니 이미 안경을 끼고 있었다”

첫 번째 예는 의도한 대상인 물체를 인식하는 기능에서 문제가 생겼기 때문이다. 자세히 보지 않고 대충 보았기 때문에 비슷한 것들을

혼동하였다. 두 번째 예는 원래 의도하지 않았던 장소에 물건을 두는 실수이다. 세 번째 예는 행위자가 감각의 둔화 때문에 자신의 몸의 상태를 별로 주의하지 않기 때문이다. 앞서 살펴 본 실험실 사고의 예처럼, 구형 글래스의 경우 그 마개가 잠겼는지 열려졌는지 쉽게 알기 힘들다. 이 경우에 실험자의 입력기능 실패에 기인하는 실수가 생긴다. 다른 예로서 화학실험실에서 컨택렌즈를 착용하지 말아야 하는데, 이를 미처 자각하지 못하고 실험하는 행동을 들 수 있다. 공작실에서 수직형 기계띠톱으로 작업할 때 그 톱날에 작업자의 손이 닿는 경우가 종종 발생한다(박희재, 2002). 이 실수는 습관화된 작업 행동 때문에 주의가 톱날과 공작물에 집중되지 않았기 때문에 발생한다. 이 실수는 입력 기능의 실패이다.

오류의 유형과 그 예들의 분석에서 알 수 있듯이, 오류는 습관화되어 기계적으로 해낼 수 있는 활동을 제어하는 의식적 주의의 성질을 잘 나타낸다. 주의가 결정적으로 필요한 시점에 주어지지 않으면, 어떤 강한 운동 프로그램이 행위를 제어하게 되어 의도와는 다른 행위가 진행된다. 또한 자동항법장치에 맡겨도 좋을 어떤 활동에 주의가 주어지면 어떤 행위를 빠뜨리거나 반복하게 된다. 사람들이 저지르는 오류들은 되풀이, 틀린 물체, 침투(intrusion) 및 생략의 네 범주로 분류될 수 있다. ‘설탕을 계속 넣기’는 되풀이, ‘전화기와 노크 응답의 혼동’은 침투, ‘우유병 대신 오렌지 주스병을 꺼내기’는 틀린 물체, ‘코트 입지 않고 나가기’는 행위 생략의 예이다. 앞서 살펴 본 핵발전소 사고 원인들 중 기계 설비를 유지 관리할 때 가장 빈번한 문제가 어떤 목표를 이루기 위해 반드시 해야하는 행동을

‘빠뜨리기(생략)’라는 점을 주목할 필요가 있다. 설비를 유지 또는 보수하는 작업이 습관화되면 각 절차에 주의하지 않게 되고, 주의를 끄는 다른 일이나 대상이 있으면 실제로 점검하는 행동을 하지 않았음에도 불구하고 점검하였다고 단정한다.

Reason(1984)의 오류분석모형은 최근 대구 지하철 화재참사에 적용되었다(박호완, 2005). 다른 연구자들도 오류들을 묶고 그 배후의 심리과정들을 제안하였다. Rasmussen(1982)은 오류들을 그 내용에 따라 규칙기반(rule-based), 기술기반(skill-based), 그리고 지식기반(knowledge-based)의 세 범주로 나누었다. 규칙기반은 해석이나 이해에서 문제가 있어 저지르는 오류이고, 기술기반은 실수, 착오처럼 감각운동의 수행에서 저지르는 오류이며 지식기반은 운영자가 시스템에 대해 갖고 있는 지식이 부정확하거나 불완전해서 생기는 오류이다. Reason(1990)은 Rasmussen의 범주에 따라 오류들을 분석하였는데, 기술기반 오류가 전체 오류의 61%, 규칙기반 오류가 27%, 지식기반 오류가 11%였다. 각 오류가 탐지되는 비율은 기술기반이 86%, 규칙기반이 73%, 지식기반이 71%였다. 대부분의 오류가 잘 탐지되지만 기술기반오류가 가장 잘 탐지되었다.

복잡한 시스템에서 사고 발생에 기여하는 인간요인

지금까지 분석된 오류들은 개인 수준에서 쉽게 빈번히 관찰된다. 그 결과도 대부분의 경우 개인을 심각한 처지에 빠뜨리지 않는다. 어색하거나, 어리둥절해 하거나, 쑥스러운 느낌이 드는 경우가 대부분이다. 이러한 실수는 그 책임도 전적으로 당사자에 있다.

실험실, 화학 공장, 비행기 조종석, 핵발전소 통제실 등처럼 복잡한 시스템과 사람의 상호작용에서 발생하는 오류는 그 결과의 중대성이나 책임 소재의 결정 등에서 다르다.

안전하지 못한 행위의 분류와 오류 앞서 살펴 본 오류들과 복잡한 시스템에서 사고를 내게 하는 안전하지 않은 행위 (unsafe acts)는 어떤 관계에 있을까? Reason(1990)은 그림 5에 정리된 것처럼 안전하지 못한 행위들을 의도 여부에 따라 네 유형으로 묶었다. 실수, 착오 그리고 실책은 모두 의도하지 않은 행위와 관련 있는 반면, 위반은 의도된 행위와 관계된다. 이미 언급한 바와 같이, 실수는 주의 실패와 관련된 행위들을, 착오는 기억 실패와, 실책은 지식 문제이자 규칙적용의 실패와 관련

된 행위들을 각기 포함한다. 반면, 독극물을 다룰 때 안전 유지에 필요한 행위나 조치를 취하지 않거나 폐기물을 분리해서 버리지 않는 것은 위반이다. 이는 의도적으로 안전하지 못한 행동이다.

복잡한 시스템에서 발생하는 사고의 잠재적 원인들의 흐름도 어떤 제품을 생산한다든지, 실험 결과를 얻으려 할 때는 그림 6와 같은 기본 요소들이 필요하다. 여기에는 중요한 결정이나 방침을 정하는 책임자, 운영이나 유지, 훈련 등을 맡고 있는 일선 관리자, 적절하고 좋은 설비와 의욕 있는 인력으로 구성된 사전 조건, 인간 요소와 기계 요소를 결합하여 실험 결과를 얻거나 제품을 생산하기, 발생할 수 있는 위험에 대한 대비책이 주요 요

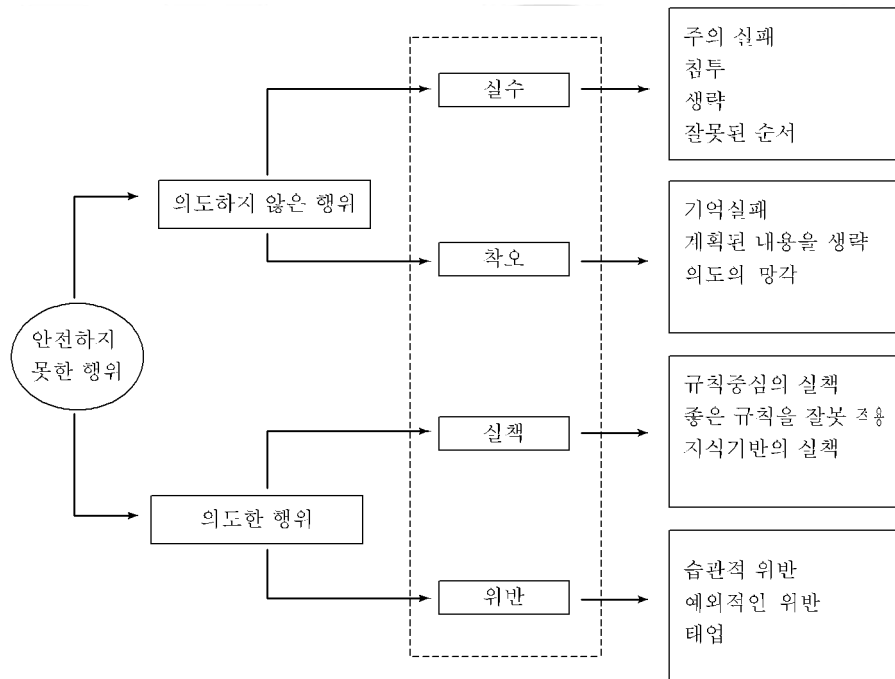


그림 5. 안전하지 못한 행위의 분류(Reason, 1990)

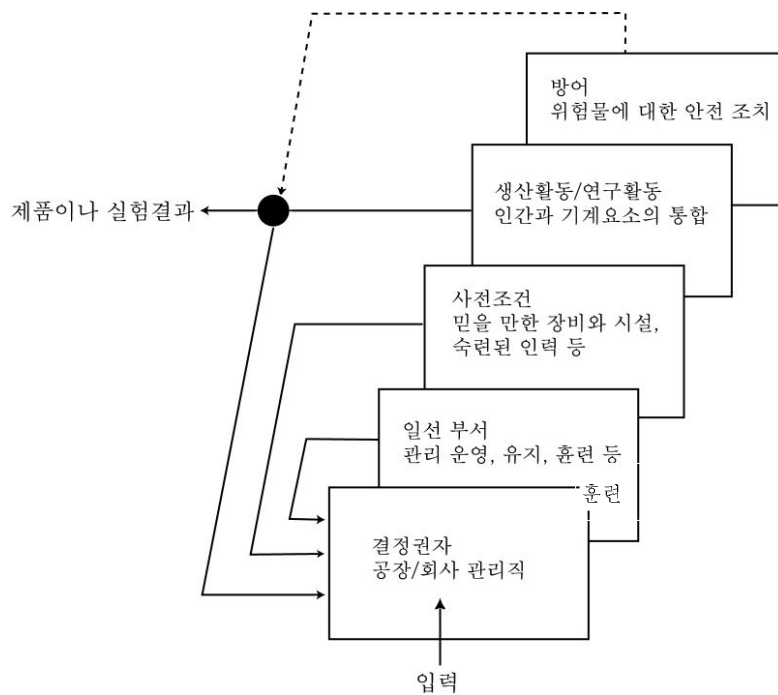


그림 6. 생산의 기본요소들(Reason, 1990)

소들이다.

이처럼 복잡한 시스템을 이루는 각 요소 요소에 실수나 실패가 도사리고 있다. 그림 7은 제품 생산이나 실험의 수행에 관여하는 요소와 그 가능한 실패를 나타낸다. 책임자가 대 단위 설비를 마련할 때 잘못된 결정을 내린다든지, 이 때문에 일선 관리체계에서 문제가 발생하게 되고, 안전하지 못한 행위를 초래하는 훈련 관리체계가 형성될 수 있다. 이러한 잘못된 모두 잠재적인 실패인데, 제품의 생산이나 실험의 진행에서 안전하지 못한 행위(그림 1이나 그림 5에서 본 것과 같은)를 하게 되고, 이런 행위를 방어할 조치가 마련되어 있지 않으면 그 시스템에서 사고가 발생하게 된다.

이 논문의 서두에 소개된 실험실 사고를 설

명하는 인과나무를 그림 6에 정리된 내용과 관련지을 수 있다. 실험실에서 사용하는 물품의 구매를 담당하는 사람이 구형 클래스의 마개 문제점을 주목하지 않았거나, 폼 후드를 충분히 비치하고 있지 않은 것은 일선 관리체계 요소의 잠재적 실패이다.

폼 후드 내부를 정리하지 않고 기구들을 그 안에 두어 다른 학생들이 사용하지 못하게 한 행동은 안전하지 못한 행동의 사전 조건이다. 폼 후드 내에서 증류하지 않은 학생은 안전하지 못한 행동을 취한, 즉 적극적인 실패를 저질렀다.

오류와 사고 분석의 인과망 Senders와 Moray (1991)는 개인 수준의 실수와 복잡한 시스템 수준의 사고를 연결시켜 오류를 분석할 수 있

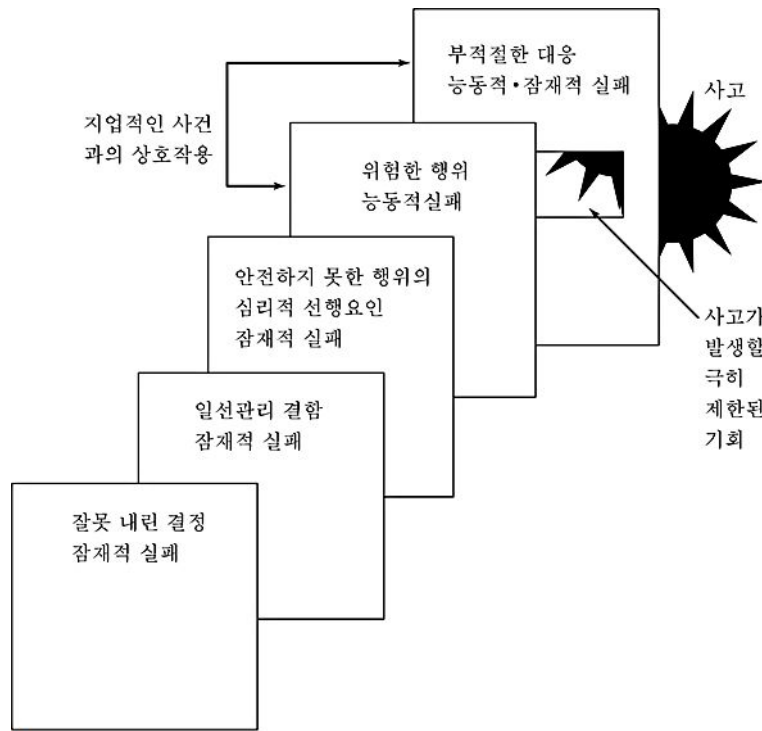


그림 7. 복잡한 시스템에서 사고를 초래하는 인간요인 (Reason, 1990)

는 인과망(causal network)을 제시하였다. 그림 8은 이들이 제안한 인과망이다. 이 분석은 인간 운영자가 부분적으로 제어하는 가상적인 공장이 비정상적인 가동 상태에 처해 있고, 어떤 사고로 이어질 경우에 관한 내용이다. 설비 상의 설계 오류나 지진, 홍수와 같은 환경요인은 하드웨어 상의 실패를 초래하여 공장을 비정상적인 가동 상태에 빠트린다. 반면, 감지기가 탐지해내지 못할 때, 오퍼레이터가 필요한 정보를 얻지 잘못을 저지를 때도 공장이 비정상적인 상태에 빠진다.

오류 분석 인과망에서 개인차, 훈련 수준 등과 같은 외생적인 원인들은 개인의 노력에 영향을 주고, 노력과 주의를 포함한 여러 요인들은 작업 상황이나 문제 상황의 정확한 파

악에 영향을 준다. 문제의 파악을 포함한 여러 요인들은 정확한 작동이나 필요한 행위를 하지 못하게 하는 원인으로 이러한 간섭효과는 다시 공장을 정상적으로 가동시키려 할 때 필요한 행위는 빠트리고, 필요 없는 행위를 하는 과실(commission) 오류를 초래한다.

그림 8의 오류 분석 인과망과 그림 4의 Reason(1984)의 행위체계 모델을 비교하면, 두 모델 모두 주의 및 습관화와 같은 심리 요인들을 오류를 초래하는 중요한 내생적 원인으로 간주한다. 반면, Senders와 Moray의 모델에서는 지식이나 행위에 관한 도식과 그 활성화가 상황의 해석에 큰 영향을 주고 있다. 또한 노력이 중요한 내생적 변수로 포함되고 있는 것은 개인 수준에서 실수의 심리 원인을 파헤

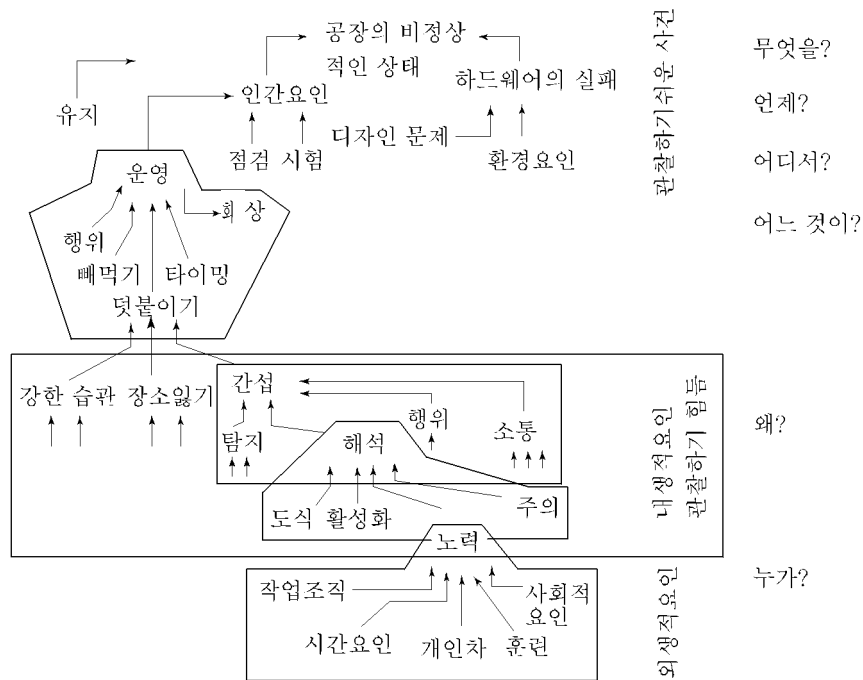


그림 8. 오류 분석의 인과망(Senders & Moray, 1991)

친 Reason의 모델과는 대조적이다. 앞의 모델에서 노력이 포함된 까닭은 공장 설비를 관리하고 운영할 때 전문지식과 숙련된 작업 행동들이 요구되기 때문이다. 개인 수준에서 관찰되는 오류의 경우 대부분이 상식과 관련된 습관화된 행위이므로 그 실행에 노력이 많이 요구되지 않는다.

이러한 차이가 있지만 개인 수준의 오류와 시스템 수준에서 오류는 밀접하게 관련된다. 그 한 이유는 시스템 수준의 오류 분석에서 내생적 원인으로 강한 습관과 장소 잃기(place losing)가 강조되고 있기 때문이다. 장소 잃기란 반복되는 작업에서 오퍼레이터가 자신이 현재 어떤 절차를 밟고 있고, 다음에 무엇을 해야할지를 순간적으로 잃어버려 필요한 절차를 밟지 않는 것이다(습관화된 작업행동에 기

인하는 부주의, 표 1과 2를 참고할 것).

이 논문은 심리학에서 밝혀진 인간의 오류에 관한 사실과 이를 설명하는 모델들을 살펴 보았다. 시스템 수준에서 사람이 저지르는 오류의 원인을 생각하기 전, 정보처리로서 인간 체계가 여러 심리적인 원인 때문에 잘못을 저지르고 있음을 알아보았다. 이러한 행위 실수는 그 파급 효과가 심각하지 않지만 기계, 실험실 또는 공장을 가동시킬 때 저지르는 안전하지 못한 행위는 인명의 손실, 재산의 피해, 연구의 지체 등 심각한 결과를 초래한다. 개인 수준의 실수와 시스템 수준의 오류를 설명하고 연결짓는 모델들을 비교한 결과, 내생적 원인으로 강한 습관과 주의가 중요하다는 점이 드러났다.

오류 및 사고 연구의 함축

사람들은 일상 생활에서 여러 가지 실수를 자주 저지른다. 새로운 지식이나 절차를 배울 때 오류는 매우 중요한 정보원이 된다. 즉 학생이 지식을 제대로 이해하고 적용할 수 있는지, 응용할 수 있는지를 평가할 때 그 오반응을 분석해 보면 알 수 있다.

심리학 연구를 보면, 새 행동이 지속적으로 유지되려면 경우에 따라 시행착오적으로 학습해야 할 필요가 있음을 보여 주는 실험 결과들이 많다. 어떤 목표의 달성에 맞지 않는 틀린 행동을 하게 되면 피드백을 받고, 이 때문에 노력을 더 들여 새 행동을 배우게 된다. 오류가 발생할 가능성을 없애버리면 가능한 행동의 범위가 심하게 줄어든다. 역설적으로 들리겠지만, 오류는 새로운 행동을 배우거나 기술을 향상시키려면 반드시 필요한 경험 요소이다.

오류 발생을 줄이는 몇 가지 원칙 심리학자 Norman(1988)은 제품 기계 또는 설비의 디자인(예, 실험실 구조에 있어 사용자 중심의 디자인이라는 개념을 발전시켰다. 그가 제안한 디자인 원칙은 다음과 같은데, 인간과 기계 시스템의 상호작용에 있어 오류를 줄이는 원칙으로 활용될 수 있다. (1) 디자이너가 생각하는 시스템, 사용자가 생각하는 시스템 그리고 시스템 자체의 이미지의 관계가 일관될 것, (2) 시스템을 운영하는 작업의 구조나 절차가 단순해서 사람들이 이해, 기억, 또는 판단해야 하는 부담을 줄일 것, (3) 사람이 시스템에 대해 어떤 행위를 했을 때 그 결과의 피드백을 분명하게 받을 수 있을 것, (4) 의도와 행위, 행동 및 그 결과가 자연스럽게 일치하

게 할 것, (5) 오류가 일어나기 마련이므로 그 결과를 흡수할 수 있는 시스템일 것, (6) 자연스러운 제약과 인공적인 제약을 이용해서 어떤 행위가 적합한지를 쉽게 알 수 있게 할 것, (7) 표준화 할 것 등이다.

앞서 Reason(1984)의 인간행위체계 모델에서 살펴본 네 가지 유형의 실패, 즉 제어방식, 의도, 행위 및 입력기능에서의 실패를 생각해 보자. Norman(1988)의 사용자 중심의 디자인 개념이 바로 이러한 실패에 기인하는 오류를 방지하거나 감소시키는데 유용함을 알 수 있다. 시스템을 설계한 사람의 그 시스템에 관한 지식구조와 그 시스템을 실제로 사용하는 사람의 지식구조는 차이 있기 마련이다. 그러나 시스템을 사용할 때 반드시 필요한 지식구조를 사용자가 잘 모르거나, 알기 힘들고 사용하기 불편하다면 빈번하게 오류를 저지르게 된다. 시스템을 운영하는 절차를 학습할 때 잘못을 저지르면 그 오류를 일시적으로 흡수하면서 잘못된 행동을 곧 수정하도록 해야 한다. 일상적으로 사람들이 보이는 동작(movement) 패턴과 일치하는 행위 순서를 요구하는 시스템 작동은 주의를 별로 하지 않더라도 쉽게 학습된다. 취급 부주의가 위험한 결과를 초래하는 동작의 경우 사전에 제약을 두어 자신의 행위를 자각하게 하는 인위적인 제동 장치를 마련해야 한다.

오류의 불확실성 사람이 저지르는 오류는 많은 경우 무작위적으로 발생하는, 즉 불확실성을 갖고 있어 그 발생 시기나 빈도를 예언하기 힘들다. 예언할 수 있다면, 어떤 유형의 오류가 어떤 시스템 또는 환경 조건에서 발생할 가능성이 많은지 정도이다(Senders와 Moray, 1991). 예를 들어 한 실험실에서 오류와 사고

발생에 관한 일지를 정확하게 기록한다. 이 기록이 다년간 축적되어 정리되면, 해당 실험실에서 발생할 가능성이 큰 오류 유형(예, 제어방식에 기인하는지, 입력기능에 기인하는지)을 알아 이를 예방하는 조치와 훈련계획을 마련할 수 있다.

오류의 불확실성이 작업 환경에 대해 불안을 초래하므로 그 효과를 줄이는 방식에 관심을 두어야 한다. 관리 방식이나 실험 환경에서 인간관계가 오류를 증가 또는 감소시키며, 기술의 유지 및 관리를 목적으로 하는 훈련프로그램도 상당수의 오류를 감소시킬 수 있다. 이는 그림 7에서 외생적 원인으로 이미 지적된 내용이다.

오류의 파급효과 줄이기 이 논문에서는 사람들이 여러 오류를 매일 매일 저지르며, 그 심리적 원인이 다양함(예, 부주의, 기억 실패, 의도 실패 등)을 알아보았다. 우리가 오류를 인정하고 받아들일 수밖에 없고, 어떤 기술을 배우는 초기에 오류를 권장한다면 어떻게 될까? 시스템을 가동시키는 오퍼레이터가 처한 환경이 오류를 용인해야 할 것이다. 다시 말하면, 조작 상 어떤 오류를 범했을 때 비극적인 효과가 즉각 잇따르지 않도록 시스템이 설계되어야 할 것이다. 복잡한 시스템은 오류의 충격을 흡수하고, 오퍼레이터는 그가 저지른 오류로부터 귀중한 교훈을 배울 수 있어야 한다.

실험실이나 공장과 같은 시스템을 가동할 때 발생하는 오류를 줄이려고 잘 짜여진 교육 훈련프로그램을 실시하고, 오류를 용인하는 설비나 장치를 마련하며, 위기관리 전략 프로그램을 개발하여 사용하더라도 오류는 발생하기 마련이다. 실험실, 공장실 등을 포함한 여

러 환경에서 오류의 파급효과를 줄이려면 다음 세 가지가 필요하다(Senders와Moray, 1991).

(1) 시스템이 잠시라도 오류의 효과를 흡수할 수 있도록 장치되어야 하고, (2) 오퍼레이터가 오류를 저지를 가능성을 알게 하고 또 인정할 수 있도록 훈련되어야 하며, (3) 오류가 생기면 어떤 식으로든 피드백을 주어 오퍼레이터가 이를 알고 행동을 바꾸도록 한다 (사고 전후의 행동에 대한 인지적 분석은 박창호, 2005를 참고할 것).

결 론

몇 년 전에 보고된 한 조사에서 실험실 안전교육을 받은 학부 및 대학원생 275명 중 그 41%가 실험실에서 크고 작은 사고를 목격한 경험이 있음을 보고하였다(김정오, 2003). 서울대학교 환경안전원이 실시한 조사의 결과를 보면(손병권, 2005), 1700 여명의 교육 대상자들 중 22%가 사고를 목격하였다고 보고하였다. 전체 응답자의 45%는 실험 등 어떤 행위를 하기 전 안전사고에 대비한 조치를 대체로 하지 않거나 전혀 안한다고 답하였다. 그러나 전체 응답자의 약 66%는 안전사고 발생에 대한 불안감이 가끔 있다고 반응하였다. 이러한 결과들은 안전의식에 관한 불감증을 가진 사람들이 많음을 보여준다.

이 논문은 여러 오류의 배후에 있는 습관화된 행동과 부주의, 그리고 기억 실패 등의 성질을 잘 이해해야 함을 강조하였다. 이러한 지식을 바탕으로 복잡한 시스템에서 실험하거나 작업하거나, 반응성 폭발물을 다룰 때 안전 수칙을 준수하여 자신의 사소한 오류가 사고로 이어지지 않도록 유의해야 한다. 인간 행동의 습관화나 심리과정들은 환경에 대한

최적의 적응에 있어 각기 장단점을 가지고 있다. 기구나 설비를 다루는 행동을 습관화시켜 좀더 복잡하고 중요한 문제에 의식을 집중하여 해결할 수 있다. 그러나 습관화가 부주의를 초래하며 주의 중에 이미 부주의가 시작된다(김정오, 2004). 주의를 많은 대상들 중 한 대상에 적절한 행동을 신속하게 하려 할 때 그 행동의 선택에 중요하다. 그러나 부적절한 대상들에 주의하는 부주의 상태(산만, 분산 주의, 주의 포착, 주의 자체의 한계 등)에서 반드시 해야 할 행위를 하지 않게 된다. 인간은 그 심리 상태에 따라 사소한 실수를 저지른다. 습관화된 작업 때문에, 또는 상황에 대해 자세한 지식이 부족하여 안전을 무시한다. 안전에 대한 둔감(insensitivity)을 경계하면서 양질의 실험이나 작업을 하는 환경을 유지하도록 함께 노력해야 할 것이다.

참고 문헌

- 곽호완. (2005). 대구 지하철 화재참사의 에러 유형 분석. 2005년도 한국실험심리학회 여름학술대회 발표논문집, 63-68.
- 김정오. (2003). 사고의 심리학. 서울대학교 환경안전원 편, 실험안전의 길잡이. 서울: 동화기술.
- 김정오. (2004). 사이버공간에서 주의관리. 한국심리학회지: 실험, 16, 393-402.
- 박희재. (2003). 공작실의 안전. 서울대학교 환경안전원 편, 실험안전의 길잡이. 서울: 동화기술.
- 박창호. (2005). 화재 전후의 행동에 대한 인지적 분석: 대구 지하철 참사를 중심으로. 2005년도 한국실험심리학회 여름학술대회 발표논문집, 45-55.
- 손병권. (2005). 2005년 환경안전교육에 관한 설문 분석 결과. 환경과 안전 지킴이, 18, 30-41.
- 현택환. (2003). 실험장비 및 기구의 취급. 서울대학교 환경안전원 편, 실험안전의 길잡이. 서울: 동화기술.
- Norman, D. A. (1988). *The psychology of everyday things*. New York: Basic Books.
- Rasmussen, J. (1982). The human errors: A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *Journal of Occupational Accidents*, 4, 311-335.
- Reason, J. (1984). Lapses of attention in everyday life. In R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention*. (pp.515-549). New York: Academic Press.
- Reason, J. (1990). *Human error*. New York: Cambridge University Press.
- Senders, J. W., & Moray, N. P. (1991). *Human Error: Cause, Prediction and Reduction*. Hillsdale, N. J.: Erlbaum.

1차원고 접수: 2005. 8. 8

최종게재결정: 2005. 9. 16

Psychological Processes Underlying Errors

Jung-Oh kim

Department of Psychology, Seoul National University

The notion that accidents are caused by failures in such psychological processes as attention and memory is examined in this paper. It is proposed that everyday human errors arise from these psychological processes, which are in turn responsible for various actions in labs, workplaces and control rooms and that both psychological as well as external factors sometimes lead to serious safety accidents. Reason's (1984) human action model and its psychological processes at an individual level are connected to a causal network of errors proposed by Senders and Moray(1991) in the context of complex systems. Implications of error and accident research and principles of error reductions are discussed along with other important issues.

Keywords: errors, attention failure, memory failure, causal network