

확률 기반의 위험등급평가 객관화 방안

신상식* · 이길수* · 조흥기*†

* 국방기술품질원

An Objective Method of Risk Assessment Based on Stochastic Modelling

Sang-Sik Shin* · Kil-Soo Lee* · Heung-Gi Cho*†

* Defense Agency for Technology and Quality Busan Center, Busan 613-808, Korea

Abstract

Purpose: To provide a variety of stable military supplies, risk should be avoided or removed. This paper aims to provide an objective method of risk assessment for risk matrix to evaluate risk level.

Methods: According to previous results of risk assessment through risk matrix, some parameters and probability density functions, which include characteristics of military supplies, are selected and Risk matrix is modelled based on that.

Results: Results show that a proposed method can evaluate objectively risk level through the stochastic modelling and provide well-balanced risk assessments by categorizing into 3 levels such as high, middle and low level risk.

Conclusion: A current risk assessment method includes substantial subjectivity of risk assessment and as a problem about military supplies comes up, we can not show any appropriate evidences for decision of risk assessment. We propose an objective scheme employing stochastic modelling with parameters and probability density functions.

Key Words: Risk Assessment, Risk Matrix, Stochastic Modelling

• Received 26 July 2013, revised 21 August 2013, accepted 27 August 2013

† Corresponding Author(hgcho620@daum.net)

© 2013, The Korean Society for Quality Management

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-Commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

국방기술품질원은 군수품의 품질보증과 무기체계 개발에 필요한 국방과학기술 기획을 담당하는 연구기관이다. 그 중에서 군수품의 품질보증은 군용식량 및 전투복에서 유도무기, 전투기 등 첨단무기에 이르기까지 다양한 군수품의 완벽한 품질보증을 하여 군 전투력 유지를 목적으로 한다. 완벽한 품질보증을 위하여 사용하는 방법 중에 하나인 위험도평가를 사용 중인데 너무 많은 품목으로 인해 품목에 대한 위험등급의 평가 기준을 결정하는데 어려움을 가지고 있다. 이에 위험 매트릭스 (Risk Matrix) 기법을 도입하여 위험도를 고위험, 중위험, 저위험으로 나누어 위험도를 평가하며 위험을 회피(Risk Avoidance) 또는 위험을 통제(Risk Control)하여 품질보증에 대한 위험을 관리한다 (Regulation, 2012).

하지만 현재 운용되고 있는 위험등급평가기법은 품질보증원의 주관적인 판단이 위험평가에 영향을 많이 주는 문제를 가지고 있다. 세로축을 가능성(Probability)으로 5단계로 나누며 가로축을 영향(Impact)으로 5단계로 나누어서 위험등급을 평가하는 위험 매트릭스기법은 각각 단계에 대한 정확한 기준 없이 품질보증원의 주관에 따라 각 단계가 결정 및 평가되고 있으며 해당 군수품의 납품문제발생 시 객관적인 위험등급평가에 대한 기준을 제시하지 못하여 군수품 품질보증에 대한 신뢰도를 줄여들게 하고 있다.

이전에도 이 문제를 해결하기 위한 여러 가지 노력이 있었으며 그중 실제로 시행한 적이 있는 위험등급평가 점수가 위험평가객관화 노력의 대표적인 사례이다(Manual, 2008). 위험도평가를 업체위험도와 품목위험도로 분리하여 평가하며 각각에 대한 중요 평가항목을 설정한 후 각 항목에 대한 점수를 부여하는 방법으로 업체, 품목 위험도평가가 이루어진다. 이후 종합위험도는 각 위험도의 합으로 표시되며 최종으로 고위험, 중위험, 저위험으로 평가된다. 하지만 앞서 설명했듯이 무기 체계부터 비 무기체계까지 모든 군수품을 품질보증하는 현실에서 그 모든 것을 배점화하는 것은 비현실적이며 또한 업무의 효율성 면에서도 문제가 있어 폐지가 되었고 현재의 품질보증원의 주관적인 위험평가기법으로 정착이 되었다.

이에 본 논문에서는 확률(Probability)과 통계(Statistics)를 바탕으로 한 객관화 방안을 제시하고자 한다. 현재 통신 분야에서도 이와 비슷한 문제에 직면한 사례가 있는데 그것을 품질분야에 적용해 보고자 한다. 통신에서 무선신호 전파의 경우 그 전파경로에 대한 경우의 수가 많아서 맥스웰 수식(Maxwell's Equations)으로도 그 모든 전파의 방향과 특성을 알 수가 없다. 그 문제를 해결하는 방법은 기본적으로 두 가지로 분류되는데 앞의 위험등급평가방법과 유사한 방법으로 접근한다. 첫 번째 방법은 모든 무선신호의 크기 및 주파수를 측정하여 기록하는 방식(Ray tracing)으로 실제로 중요한 무선채널(Wireless Channel)부분에서는 이 기법이 사용되고 있으나 많은 노력과 시간이 필요한 단점 때문에 많이 사용되고 있는 기법은 아니다(John, 2005). 두 번째는 확률과 통계적으로 무선신호를 모델링하는 방식으로 현대의 대부분의 통신 분야에서는 이 기법을 사용하고 있다(Priebe et al., 2011). 이에 통신 분야에 사용되는 확률과 통계적 방법을 적용하여 이제까지 위험평가 되었던 결과를 바탕으로 중요 파라미터 및 확률 분포도(Probability Density Function) 선정하고 그것을 바탕으로 위험등급평가를 모델링하는 방법이다. 마지막으로 그 모델링을 바탕으로 품질보증원이 쉽게 사용할 수 있는 간략한 위험등급 객관화 개선방법을 제시하고자 한다.

본 논문은 2절에서 기본연구배경 및 문제점에 대해서 언급하며 3절에서 제안방법을 소개하며 4절에서 결론 및 한계점을 제시한다.

2. 기본연구배경 및 문제점

2.1 위험 매트릭스

위험 매트릭스(Risk Matrix)는 위험을 정량화하는 기법으로 위험관리(Risk Management)의 중요한 부분인 위험평가(Risk Assessment)의 위험분석방법으로 위험에 대해서 정확히 예상하고 분석하여 위험을 줄이는 방법이다(ISO/DIS, 2009). 위험이 일어날 수 있는 확률(Probability)과 그 위험이 미칠 수 있는 영향(Severity)은 일반적으로 정확하게 값으로 표현할 수 없기에 위험 매트릭스는 위험의 확률과 영향을 몇 가지 단계(Level)로 나누어서 최종 위험을 판단한다. 많은 위험 매트릭스가 정의되고 사용되고 있지만 국방기술품질원에서는 US DoD(Department of Defense) 위험관리 안내서(Risk Management Guide)를 기본으로 우리원의 실정에 맞게 변경하여 사용하고 있다(US DoD, 1991). 기본적으로 위험 매트릭스는 그 기관이나 프로젝트의 특성에 맞게 재구성되고 편집되는 것을 허용한다.

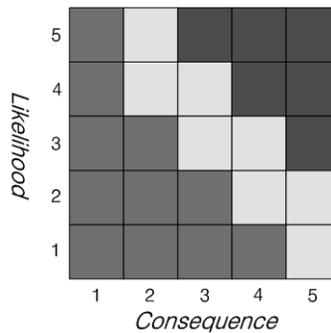


Figure 1. Risk Matrix.

US DoD 위험관리 안내서에서는 군수품 획득에 있어서 위험관리의 중요성을 역설하고 있다. 위험관리를 하면 군수품 획득의 각 단계의 성공을 보장할 수 있다고 주장하며 프로젝트나 프로그램의 비용(Cost), 일정(Schedule), 성과(Performance)를 만족시킬 수 있는 중요한 방법이라고 생각하고 있다. 위험관리를 진행하기 위해서는 위험분석이 중요한 요소인데 그 위험분석을 위해서 위험 매트릭스를 사용한다. 위험분석은 ‘위험이 얼마나 큰가?’에 대한 답변이며 그 목적은 US DoD 위험관리 안내서에서 3가지로 정의한다. 첫 번째는 사건이 일어날 수 있는 가능성(Likelihood)을 고려하는 것이며, 두 번째는 사건이 일어나서 비용, 일정, 성과에 미칠 수 있는 결과(Possible Consequences)를 예측하며 마지막으로 전체 위험의 크기를 예측하는 것을 목적으로 한다. 위험의 전체 크기는 <Figure 1>과 같은 위험 매트릭스를 사용하여 위험을 평가하며 고위험(Red), 중위험(Yellow), 저위험(Green)으로 평가하여 위험관리를 한다. 위

Table 1. The Y axis of risk matrix

Level	Likelihood	Probability of Occurrence
1	Not Likely	~10%
2	Low Likelihood	~30%
3	Likely	~50%
4	Highly Likely	~70%
5	Near Certainty	~90%

Table 2. The X axis of risk matrix

Level	Technical Performance	Schedule	Cost
1	Minimal or consequence to technical performance	Minimal or no impact	Minimal or no impact
2	Minor reduction in technical performance	able to meet key dates	Budget increase or unit production cost increase
3	Moderate reduction in technical performance	Minor schedule slip	Budget increase
4	Significant degradation	Program critical path affected	Budget increase
5	Severe degradation	Cannot meet key program milestones	Exceeds APB threshold

험 매트릭스의 세로축은 사건의 발생 가능성을 평가하는 부분으로 5단계로 나누어져 있으며 일어난 확률의 분배는 <Table 1>과 같이 나누어진다. 또한 위험 매트릭스의 가로축은 <Table 2>와 같이 사건의 영향으로 그 사건으로 발생할 수 있는 영향을 정량화하는 기준축이다. US DoD 위험관리 안내서에서는 3가지(성과, 일정, 비용)를 기준으로 영향을 평가하였으며 이것 또한 5단계로 나누어 평가한다.

2.2 국방기술품질원 위험등급평가

군수품 품질보증의 위험등급평가는 국방품질경영 업무규정의 제14조 위험식별 및 평가에 따라 위험 매트릭스를 사용하여 평가를 진행한다(Regulation, 2012). US DoD 위험관리 안내서의 위험 매트릭스와 같이 위험 발생 가능성 정도를 5개 수준으로 구분하여 세로축을 설정하며, 위험발생시 사용자의 안전 또는 군수품의 성능에 미치는 영향(결과)을 5개 수준으로 구분하여 가로축을 설정한다. 그러나 국방품질경영 업무규정의 위험등급평가의 경우 위험 매트릭스를 사용하는 것은 같으나 위험의 발생 가능성과 위험의 영향의 등급의 기준이 없으며 최종 위험등급평가의 경우(고위험, 중위험, 저위험)에도 그것을 나누는 기준이 없어 품질보증원의 주관으로 최종 위험등급을 판단한다. 또한 가로축의 경우 US DoD 위험관리 안내서의 위험 매트릭스와 다르게 양산품질보증을 할 경우 비용과 일정을 고려하지 않고 군수품의 성능을 중심으로 사건의 영향 등급을 결정하는 것이 크게 다른 점이다.

2.3 이전 위험등급 객관화 방안

위험도등급 평가의 객관화를 위해서 국방기술품질원이 실시한 노력으로는 품질위험도를 배점으로 평가하는 방식이었다. 품질 위험도평가 업무요령 규정이 2006년 제정이 되고 2008년도까지 개정이 되면서 위험도등급 평가를 그 규정에 맞게 실시했다(Manual, 2008).

이 규정에 따르면 위험도평가는 업체위험도와 품목위험도로 구분하여 평가하며 종합위험도는 각 위험도의 합으로 표시한다. 업체위험도는 계약업체의 생산 및 품질보증능력에 따라 계약품목의 품질이 저하될 수 있는 가능성과 그 영향 정도를 평가하는 활동으로 품질시스템 측면과 전문생산능력, 기업문화 및 경영성과측면으로 구분하여 업체위험도에 대해서 각각의 항목에 대해서 위험배점을 결정하여 평가한다. 품목위험도는 계약품목의 품질 위험에 영향을 줄 수 있는 제품특성, 하자영향, 계약 및 제품이력에 대해서 위험배점을 결정하여 평가한다. 계약품목의 종합위험도는 업체위험도 점수(최고 50점)와 품목위험도 점수(최고 50점)의 합으로 산출하며 최고 100점, 최저 -4점의 위험도

점수를 부여할 수 있다. 종합위험도 40점 이하일 경우 저 위험도 품목으로 평가하고 41점 이상 70점 이하일 경우 중 위험도 품목, 71점 이상일 경우 고 위험도 품목으로 평가하여 위험 관리를 한다. 하지만 여기서 문제가 발생하는데 각각의 모든 업체와 품목에 대해서 배점화하면 단순 몇 개의 품목만 관리하는 경우는 문제가 되지 않지만 수만 종의 군수품을 납품하는 입장에서는 그 모든 사항을 배점화 할 수 없는 경우가 발생한다. 실제로 이 규정이 폐지가 될 때의 상세 배점표를 보면 그 문제에 심각히 직면하고 있었다는 것을 알 수 있다.

2.4 문제점 분석

국방기술품질원 품질보증활동은 크게 3가지(품질보증활동 준비 단계, 품질보증활동 계획 수립 단계, 품질보증활동 단계)로 크게 구분되는데 그 중 품질보증활동 준비단계에서 계약된 군수품에 대해서 위험도식별을 하게 규정 되어있다.

현재 국방품질경영 업무규정의 군수품 위험등급평가의 문제점을 분석하기 위해서 2012년 군수품 위험등급평가 351건 중 150건에 대하여 위험식별 평가(표준품질보증형 3형)에서 고위험, 중위험, 저위험으로 평가를 내린 결과를 분석한다. 제품 및 프로세스 특성의 위험평가는 고위험 4%, 중위험 34%, 저위험 62%로 평가하였으며, 품질경영시스템 경영부분의 위험평가는 고위험 0%, 중위험 3%, 저위험 77%, 위험없음 20%로 전체적으로 저위험, 중위험으로 관리되고 있다는 것으로 분석된다. 특히, 품질경영시스템 운영의 경우 고 위험도가 0%로 저위험, 중위험으로 군수품이 관리되고 있다는 것은 위험등급평가에 개선의 여지가 있다고 분석된다. 또한 위험발생 빈도가 높은 취약업체(사용자 불만 및 장기 지체 다발 업체)에 대한 위험도평가는 중위험 12%, 저위험 88%로 대부분 저위험도로 평가 되고 있다는 것을 알 수 있다. 이에 현재 위험식별 평가에 대한 개선이 필요한 것으로 분석할 수 있다. 품질경영시스템 위험도평가에 있어서는 국방품질경영시스템(Defense Quality Management System: DQMS)이 구축된 업체와 미 구축된 업체의 위험도평가 차이가 없었으며, 어느 경우에는 위험평가 점수를 일괄 적용하는 사례도 있다. 이에 위험도 평가에 대한 정확한 기준(Guide Line)이 없는 것으로 판단된다. 뿐만 아니라 동일한 업체에 대한 품질경영시스템 평가는 기본적으로 동일해야 하나 위험도평가에 편차가 존재하는 것도 확인했다. 제품별로 그 영향이 다르다고 판단할 수 있지만 같은 사유에 다른 평가 적용은 개선의 여지가 있다고 판단된다.

이에 국방품질경영 업무규정의 군수품 위험등급평가의 문제점을 정리하면, 첫째는 현재의 군수품 위험등급 방식의 객관성 부재이다. 문제 발생 가능성에 대한 5가지 등급의 기준 및 문제가 발생했을 때의 영향 5가지 등급에 대한 기준이 없다. 품질보증원의 주관적인 경험이나 성향으로 위험등급평가가 이루어지며 실제로 같은 품목 같은 업체의 경우에도 큰 편차를 가진 위험등급평가가 이루어지고 있다. 이에 적어도 같은 품목 같은 업체의 군수품 위험등급의 경우에는 평가의 최소한의 분산을 가지게 해줄 수 있는 기준이 필요하다. 두 번째는 군수품 위험등급평가의 객관성을 확보하기 위해서 배점화하는 방식은 심각한 업무 효율성 감소의 문제를 야기 시킨다는 것이다. 무기 체계부터 비 무기체계까지 부품에서 체계까지의 모든 군수품 위험등급평가의 기준을 배점으로 제시할 수는 없다. 이에 다양한 군수품에 적용할 수 있는 위험도평가의 기준이 필요하다.

3. 제안방법

3.1 적용이론

본 연구에서는 통신 분야에서 많이 사용하는 확률적인(Stochastic) 방법을 가지고 위험등급평가를 모델링하여 문

제를 해결하고자 한다. 통신에서도 무선전파(Wireless Propagation)가 통과하는 채널(Channel)의 특성을 알아야 송신단의 전파의 세기를 채널특성에 맞게 설정하여 방사한다. 하지만 실제 전파의 경우 전파의 주파수의 특성과 방사되는 장소의 영향을 많이 받아서 모든 것을 정확히 알 수 가 없다. 보통 전파 방사에서는 도착하는 방사각(Angle of arrival: AoA)과 입사각(Angle of Departure: AoD), 전파의 도착시간(Time of Arrival: ToA)을 알아야 채널특성을 정의할 수 있다 (Priebe et al., 2011). 여기서 채널특성을 정의하기 위해서 하는 방법이 크게 두 가지로 나누어지는데 첫 번째는 실제 무선전파의 측정(Ray Tracing)이다. 그 전파공간에 들어가서 전파를 하나하나 측정하는 방법으로 시간이 많이 걸리나 가장 정확한 방법으로 무선통신 초기에 전파특성에 대한 기초 데이터를 만드는데 많은 기여를 하였다. 여기에서 무선전파의 실제측정이 위험등급평가의 배점화 방식과 같은 해결방식을 가지고 문제를 해결했다고 볼 수 있다. 하지만 통신 분야에서는 무선주파수를 실제 측정하여 얻은 데이터로 전파의 특성을 이해하고 분석하여 확률적인 방법으로 채널을 모델링을 하여 사용하고 있는데 대표적인 방법이 레일리 분포(Rayleigh Distribution)과 라이시안 분포(Rician Distribution)이다(Marvin, 2004). 두 개의 분포의 차이는 레일리 분포는 직접 전파라인(Line of Sight)이 없다는 것이 차이이다. 무선통신에서와 같이 군수품의 위험등급평가의 특성을 이해하고 중요 요소(Parameter)를 찾아내어서 거기에 맞는 위험등급평가 분포를 찾아 모델링 할 수 있다면 현재보다 좀 더 객관성을 확보할 수 있을 거라는 가설에서 이 논문은 출발하였다.

3.2 중요 파라미터 선정

본 연구에서는 위험등급평가의 중요 파라미터를 선정하기 위해 2012년 군수품에 대한 위험도평가를 한 것을 분석하였다. 제품 및 프로세스 특성의 납품실적 유·무별 위험도평가 분석한 결과 업체 납품실적품목의 경우 고위험도 0%, 중위험도 31%, 저위험도 69%로 저위험도, 중위험도로 평가 및 관리되고 있었고 신규 계약 및 품목의 경우 고위험도 17%, 중위험도 62%, 저위험도 21% 구성되어 중위험, 고위험도로 관리 되고 있었다. 납품실적 유·무가 위험평가의 중요한 요소로 작용하고 있다는 것을 확인할 수 있다. 또한 품질시스템 인증관련 위험도 평가 분석에서는 품질경영시스템 평가에서 국방품질경영시스템 인증업체의 경우 고위험도와 중위험도 0%, 저위험도 89%, 위험도없음 11%로 국방품질경영시스템 인증업체의 경우 저 또는 위험도 없음으로 평가 관리되고 있으며 ISO9001인증업체의 경우 고위험도 0%, 중위험도 17%, 저위험도 53%, 위험도 없음 28%로 저 또는 위험도 없음으로 관리가 되고 있다. 이에 업체의 품질경영시스템 획득 여부가 위험평가의 중요한 요소로 작용하고 있다고 확인할 수 있다. 결론적으로 군수품 위험도평가에서 납품실적과 품질경영시스템 획득 여부가 중요한 파라미터인 것으로 분석하였다.

3.3 모델링

중요 파라미터 선정을 바탕으로 위험 매트릭스를 모델링(Modelling)하고자 한다. 총 3단계로 나어 모델링을 진행하며 첫 번째는 위험가능성 및 영향 5단계에 대한 기준을 정하는 것이다. 중심극한정리(Central Limit Theorem)이론을 기반으로 세로 및 가로 축의 분포가 정규분포(Normal Distribution)를 따른다고 가정하며 <Figure 2>처럼 품질관리를 위해서 중앙 등급3개(2, 3, 4 등급)을 1σ 이하(34.1%)로 나머지 2개의 등급(1, 5 등급)은 1σ 이상(15.8%)으로 분리한다.

두 번째로 위험 매트릭스의 세로 축인 위험발생 가능성을 모델링한다. 위험의 발생 가능성은 시간(Time: t)에 대해서 감소하는 함수로 모델링 할 수 있다. 납품을 하면 할수록 잠재적인 불량 발생 가능성이 감소하는 특성을 가진다. 중요 파라미터 선정에서 납품의 횟수가 많을수록 위험이 발생 가능성이 낮다고 평가하는 분석에 근거를 둔다.

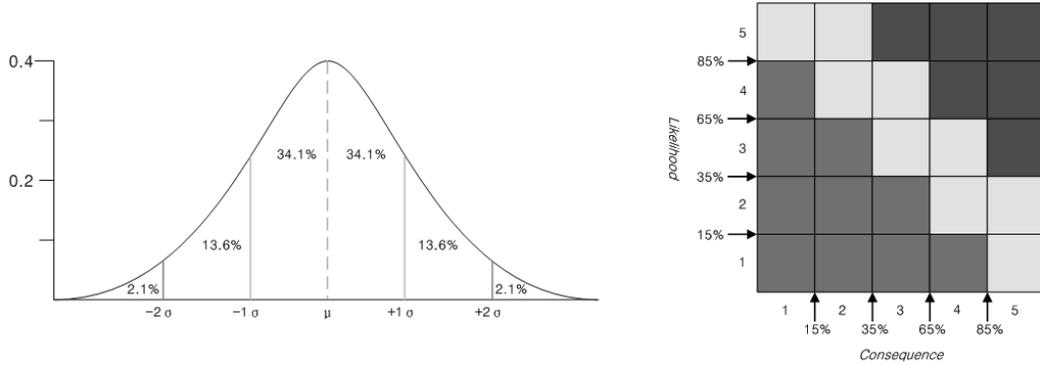


Figure 2. Normal distribution and mapping of probability level on risk matrix.

여기서 조건은 납품 이후에 사용자 불만이 발생하지 않은 경우를 말한다. 만약 사용자 불만(하자 등)이 발생했을 시 납품실적은 없는 것으로 판단한다. 시간에 대해서 확률이 감소하는 확률분포함수(Probability Density Function)의 대표적인 것이 지수분포(Exponential Distribution)이며 수식은 아래와 같다(Jay, 2007).

$$f(t; \lambda) = \lambda e^{-\lambda t} \quad \text{where } t \geq 0 \tag{1}$$

λ 는 확률분포의 기울기를 나타내며 값이 높아지면 높아질수록 시간이 지나면 발생확률이 낮아진다. 지수분포를 사용하여 발생확률을 계산할 때 조절 파라미터는 λ , t 이며, λ 는 시스템인증 획득 유·무로 매핑하며 t 는 납품횟수로 매핑한다. 국방품질경영시스템을 획득 시 λ 는 1.5로 매핑되며, ISO 9001 획득 시 λ 는 1로 매핑되며, 무인증 시 λ 는 0.5로 매핑한다. 한 번 납품하면 t 는 1로 매핑되며, 두 번 납품하면 t 는 2로 매핑하며 두 번 납품 이상이면 t 는 3으로 매핑한다. 예를 들면 λ 가 1(ISO 9001)이고 납품실적이 없다면($P(X \geq 0)$) 위험발생확률은 100%가 되며, 납품실적이 한번 있다면 ($P(X \geq 1)$) 위험발생확률은 36.7%되며, 납품실적이 두 번이면 ($P(X \geq 2)$) 13.5%, 납품실적이 두 번이상이면 위험발생확률은 4.9%이다.

세 번째는 위험 매트릭스의 가로 축의 위험영향에 대한 모델링이다. 위험의 영향은 군수품 납품에서는 성능만을 중심으로 판단을 하며 부품부터 장비까지 모든 것을 포함하는 위험 영향을 고려해야 한다. 중심극한정리를 사용하여 위험의 영향은 정규분포를 따른다고 가정한다. 아래의 식(2)와 같이 정규분포는 2가지 모수로 그 분포가 결정되는데 평균(Mean: μ)과 분산(Variance: σ^2)이 그것이다(Jay, 2007).

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left\{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\} \tag{2}$$

간단한 모델링을 위하여 평균은 0으로 가정하고 분산과 확률변수(Random Variable: X)을 가지고 위험영향확률을 결정한다. 군수품의 성능에 미치는 영향을 확률변수로 두고 0.2는 심각한 영향, 1은 중대한 영향, 1.5는 부분적인 영향, 2은 부수적인 영향으로 매핑하며, 분산은 사용자의 안전에 미치는 영향이며 5는 안전에 심각한 영향, 3은 중대한 영향, 1은 부분적인 영향, 0.5는 부수적인 영향으로 매핑한다. 여기서 바로 위험영향확률을 계산할 수 없으므로 아래와 같은 수식을 가진 Q함수(Q Function)를 사용하여 위험영향 확률을 계산한다(Jay, 2007).

$$Q(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_z^\infty \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du \tag{3}$$

$$P(X > x) = Q\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right) = Q(z) \tag{4}$$

여기서, $z = \frac{x - \mu}{\sigma}$ 임. 평균이 0이고 분산이 1인 가우시안 분포에 대한 적분 값을 가진 함수가 Q함수인데 이 Q함수의 값이 표로 제시되어 있다. 일반적인 평균과 분산을 가진 가우시안분포에 대한 위험영향확률 적분 값은 식 (4)을 사용한 변수치환을 통하여 Q함수로부터 계산할 수 있다. 다만, Q함수의 최대 확률은 50%이나 가우시안 분포의 경우 좌우가 대칭(Symmetric)인 특성을 이용하여 한쪽의 확률을 계산하여 두 배로 곱을 하여 좌우 모든 확률을 계산하였다. 예를 들면, 분산이 3이고 확률변수가 0.2이면($P(X \geq 0.11)$) 위험영향 확률은 90%이며, 확률변수가 1이면($P(X \geq 0.57)$) 위험영향 확률은 56%이며, 확률변수가 1.5이면($P(X \geq 0.86)$) 38%이며 확률변수가 2이면($P(X \geq 1.15)$) 24%이다.

3.4 간략화 객관화 방안 및 적용 결과

위와 같은 모델링을 바탕으로 품질보증원이 간단하게 사용할 수 있는 총3단계로 이루어진 위험등급평가 방안을 제시한다.

첫 번째는 주요 파라미터 확인이다. 간략화 객관화 방안에서는 납품이력, 품질경영시스템 인증획득 여부, 군수품의 성능에 미치는 영향, 사용자의 안전에 미치는 영향 4가지를 우선 결정한다. 여기서 사용자 수요군 불만 발생 품목은 납품이력이 있더라도 0으로 설정하고 5년 이내 납품지체 시에도 0으로 납품이력을 설정한다.

두 번째는 각각의 파라미터 값에 대한 위험 가능성 및 영향 확률을 확인한다. 각각의 파라미터 값에 대한 위험 가능성 및 영향 확률 계산 값은 <Table 3, 4>에 정리하였다.

Table 3. Likelihood probability of risk

λ	t			
	0	1	2	3
0.5	100%	60.6%	37%	20.3%
1	100%	36.7%	13.5%	4.9%
1.5	100%	22%	4%	1%

Table 4. Probability of impact

Variance	x			
	0.2	1	1.5	2
0.5	67%	14%	2%	0.4%
1	84%	30%	12%	4%
3	90%	56%	38%	24%
5	92%	66%	50%	36%

세 번째는 위험 가능성과 영향의 확률이 결정되면 <Figure 2>의 위험 매트릭스를 사용하여 확률에 따른 등급을 확인하고 최종 고, 중, 저 위험평가를 완료한다. 위험도 평가가 완료되면 그 평가에 따라서 품질보증활동 대상의 섀

플링 방법을 조절하여 품질보증활동을 위험도평가를 적용한다.

제안한 기법을 사용하여 취약업체로 분류된 기업의 평가를 다시하면 이전에는 저위험도 평가를 받은 품목이 위험 영향 확률은 신규에 무인증 업체로 100%로 5등급을 받고 위험 영향은 성능에 심각한 영향 1, 사용자 안전에 부분적인 영향 1으로 30% 2등급을 받고 최종 중위험도 평가를 받아 이전 저위험도평가 보다 더 높은 위험 관리가 필요한 것으로 평가되어 위험도 평가가 개선되었다는 것을 확인할 수 있다. 이런 방식으로 2012년도에 주관적으로 이루어진 위험도평가를 제안한 간략화 위험등급평가방법으로 다시 재평가 시 개선 전의 고위험도 평가는 변화가 없었고 개선전의 중위험도 평가는 63%가 고위험도로 평가 되었으며 개선 전의 저위험도로 평가된 품목 중 47%가 중위험도로 평가되어 졌다. 전체적으로 고위험도 평가는 24% 증가 했으며, 중위험도는 평가는 1% 감소, 저위험도 평가는 23% 감소했다. 전체적으로 고, 중 위험도 평가의 비율이 증가했다.

3. 결론 및 한계점

본 연구는 국방기술품질원의 군수품 위험등급평가의 정량적 평가에 대한 필요의 의해서 진행되었다. 기존 위험등급평가의 경우 품질보증원의 주관성이 많이 개입하며 실제로 사용하는 위험 매트릭스의 등급별 확률 차이도 명시하고 있지 않다. 수많은 군수품에 대한 동일한 위험도평가 기준의 제시는 쉽지 않은 일이지만 완벽한 품질보증을 위한 위험도 평가의 객관성 확보는 시급한 과제라고 할 수 있다. 이에 통신 분야에서 많이 사용하는 확률적 접근 방법을 가지고 품질보증활동에 적용하여 객관성을 확보하고자 하였다. 위험 매트릭스의 세로, 가로 축에 대한 특성을 파악하고 각각에 대한 중요한 파라미터의 선정하였으며 확률적 접근을 통해서 특성에 가까운 확률밀도함수를 선정하였다. 또한 최종적으로 많은 군수품을 처리하고 있는 품질보증원들의 쉬운 사용을 위해서 간략화된 객관화 방안을 제시하였다. 품질보증원은 4가지의 중요파라미터의 값만 결정하면 위험 가능성과 영향의 확률이 결정되고 위험 매트릭스를 사용하여 각각의 등급을 결정하게 된다. 세로, 가로의 등급이 결정되면 최종 고, 중, 저 위험평가를 결정하고 위험도평가를 통해서 그 군수품에 대한 품질보증활동을 시작하게 된다. 객관화 방안을 적용하여 다시 2012년도 위험도평가에 적용 시 고, 중 위험도 평가 비율이 증가하여 전체적으로 고, 중, 저위험도 평가의 비율이 개선된 것으로 나왔다. 제시한 위험등급평가방안은 확률적인 모델링으로 평가에 대한 객관성을 확보하였으며 사용 단계의 간략성으로 업무 효율성에서도 문제가 없다.

2012년 군수품 위험등급평가 150건을 분석하여 중요 파라미터로 선정한 λ (인증)과 t (납품횟수)도 품질보증원의 주관적인 요소를 가지고 있으나 평가에 최소한 분산을 가질 수 있는 기준을 제시하였다. 그러나 위험도 영향의 평가 방법에서 군수품의 성능에 미치는 영향과 사용자의 안전에 미치는 영향은 본 연구에서도 품질보증원의 주관적인 판단이 절대적으로 영향을 주고 있다. 이 부분은 군수품 품목의 다양성으로 인한 문제로 중요한 특성에 대한 분석이 추가적으로 필요한 부분이다. 이 부분에도 추가적인 객관성 확보를 위해서 연구를 차후 진행해 보고자한다.

REFERENCES

- Defense Agency for Technology and Quality. 2008. Task Manuals of Quality Risk Assessment.
- Defense Agency for Technology and Quality. 2012. Defense Quality Management Operational Regulation.
- ISO/DIS 31000. 2009. Risk Management-Principles and Guidelines on implementation.
- Jay, L. Devore. 2007. Probability and Statistics for Engineering and the Sciences. Duxbury Press.
- John, S. Seybold. 2005. Introduction to RF Propagation. John Wiley & Sons.

- Marvin, K. Simon, and Alouini, Mohamed-Slim. 2004. *Digital Communication over Fading Channels*. John Wiley & Sons.
- Priebe, S., Jacob, M., and Kuerner, T. 2011. "AoA, AoD and ToA Characteristics of Scattered Multipath Clusters for THz Indoor Channel Modeling." *The 11th European Wireless Conference* 1–9.
- United States Department of Defense. 1991. *Risk Management Guide for DoD Acquisition*.