ISSN 1229-1889(Print)
ISSN 2287-9005(Online)
J Korean Soc Qual Manag Vol. 46, No.2: 193-210, June 2018
http://dx.doi.org/10.7469/JKSQM.2018.46.2.193

신뢰성 기반의 국방 품질정책 전환을 위한 방안 연구

정영권* · 유한주**† · 송광석**

*방위사업청 획득정책과
**숭실대학교 경영학부

A Study on the shift to the reliability-based defense quality policy

Jeong, Younggkwon* · Yoo, Hanjoo**† · Song, Gwangsuk**

*Acquisition Planning Bureau, Defense Acquisition Program Administration
**Division of Business Administration, Soongsil University

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to escape from the existing defense quality policy focused on government-led quality assurance for mass-produced items and to secure quality reliability of weapon systems through a defense quality policy paradigm shift based on designing a verification systems anchored on reliability through the enhancement of military supply quality control in the development stage, the enhancement of quality responsibility of the manufacturing contractor and other methods.

Methods: For the shift to the quality-based defense quality policy, the status and the problems of the status quo are analyzed and the direction of future defense quality policy is suggested based on literature review of the concept of reliability and reliability in the field of defense, on case studies of global corporations and their quality policies, on the background on quality assurance in defense, and on case studies of quality policies in other government organizations,

Results: Based on the case studies of quality policies in global corporations and other government agencies, the importance of preventive quality control from the early development stages, quality control based on the reliability of the materials and parts, and shift of the quality policy to a certification system to achieve these objectives were highlighted.

Conclusion: To secure reliability of weapon system quality, the quality policy must be shifted to a system focused on reliability-based design and verification and there is a further need to enhance the operational efficiency and capacity of DTaQ based on studies and evaluation of weapon system reliability.

Key Words : Defense Quality, Quality Assurance, reliability, DTaQ, weapon system

● Received 14 February 2018, 1st revised 21 March, accepted 22 March 2018
† Corresponding Author(hyoo@ssu.ac.kr)
ⓒ 2018, 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. 서 론

품질이란 고객의 요구사항이나 기대를 충족시키는 정도라고 할 수 있다(Crosby, 1979). 이는 품질목표를 달성하기 위해서는 개발이나 제조과정에서 부터 고객만족을 고려해야 한다는 뜻이다. 고객만족을 위해 공급자는 제품을 목표 사용기간 동안 원하는 기능이 문제없이 제공될 수 있도록 개발 및 제작하면 된다. 오늘날 국방 품질경영은 군이 필요로 하는 주요 요구성능을 정확히 파악하여 개발하고 생산된 제품이 수요자인 군의 요구 사항을 충족해야 하는 무결점의 군수품 품질보증을 요구하고 있다. 민간 분야에서도 과거 소비자가 요구하는 품질의 제품이나 서비스를 경제적인 관점에서 관리하는 '품질관리' 개념에서 현재는 개발부터 폐기까지 전 순기를 고려하는 전사적이고 종합적인 경영활동인 '품질경영' 개념으로 발전해 왔다(Kim et al., 2010). 따라서 정부와 방위산업체는 효과적으로 군수품 품질을 확보하기 위한 고민이 필요하다.

국방과학연구소는 과학기술정책연구원(STEPI)과 공동으로 실시한 국방연구개발 투자효과 분석결과를 토대로 10대 명품 국내개발 무기체계를 2009년 07월 선정·발표하였다. 국방과학연구소 창설 이후 정부는 국방 R&D에 13조여 원을 투자해 126조여 원의 예산절감 효과와 함께 24조여 원의 전력증강 효과를 창출하였으며 그 중심에는 K-9 자주포, K-21 보병전투장갑차, K-2 차기전차, K-11 복합형소총, 신형 경어뢰 '청상어', 함대함 유도무기 '해성', KT-1 기본훈련기, 휴대용 대공유도무기 '신궁', 군 위성통신체계, 그리고 지대지유도탄 '현무' 등 10대 명품 국내개발 무기체계가 주도적 역할을 수행하였다고 분석하였다. 그런데 10대 명품 무기체계 중 하나인 K-11 복합형소총의 경우 2011년 양산을 위한 시험평가 중 총기가 폭발하는 사고가 발생하였다. K-11 복합형소총은 공중폭발탄 발사기를 이중 총열화시켜 레이저거리측정기를 이용해 조준점을 잡으면 마이크로프로세서가 거리를 탄환의 회전수로 환산해 공중폭발탄을 조준점 상공에서 터트릴 수 있는 혁신적인 무기체계로 국방부는 전 육군 및 특수부대에 보급을 계획하였으나 양산간 폭발사고로 군에 대한 전력화 지연을 초래하였다. 이후 개선조치를 통해 3개월 후 다시 생산을 재개하였으나, 2014년 3월 육군 00부대에서 시범사격 중 레이저거리측정기 전압강하 시 발생하는 변형된 신호를 격발신호로 오 인식, 비정상 회전수 계산이 원인이 된 2차 폭발사고가 발생하였다. 이후에도 2014년 9월 이후 3차에 걸친 사격통제장치 균열이 발생하여 개선조치를 시행중에 있으나 아직까지 해결책을 찾지 못해 전력화 재개가 중단된 상태이다.

또 다른 무기체계인 K2소총의 경우 양산 초기 총열결합부에 균열이 발생하여 사용불가 판정을 받은 품질불량 사례가 발생하였으며, 2010년에는 00부대에서 K4 고속유탄기관총 사격 중 고폭탄이 폭발하여 사격 중이던 병사들이 사망 및 부상당하는 사고도 발생하였다. 위 사례에서 언급한 무기체계 개발실패를 토대로 국방 연구개발 무기체계의 품질결함 원인이 무엇이며 품질결함을 최소화 할 수 있는 궁극적인 방안이 무엇인지 연구할 필요가 있다.

군수품의 품질과 신뢰성을 확보하는 것은 앞선 과학기술정책연구원 분석보고서와 같이 국방예산의 절감 등 국방산업의 경쟁력 강화와 방산수출 등 방위산업의 질적 고도화를 위한 선 순환적 활동이라 할 수 있겠다. 이러한 측면에서 본 연구의 목적을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 국방 연구개발 실패(무기체계의 품질결함)의 원인을 신뢰성과 국방 품질정책의 연관성을 통해 분석하고 신뢰성 기반의 연구(설계)와 검증체계로 국방 품질정책 전환을 제시하고자 한다. 둘째, 글로벌 기업들의 품질정책을 고찰하여 국방 품질정책의 지향점을 제시하고자 한다. 마지막으로 민간분야와 달리 국방 분야에서 나타난 품질정책 실패의 전형적인 사례를 고찰하여 신뢰성 기반의 국방 품질정책 전환을 위한 국방 품질관리 조직의 임무와 역할 변화, 그리고 국방 품질관리 제고를 위한 정부의 역할을 제시하고자 한다.

2. 품질정책 관련 이론적 연구

2.1 신뢰성과 국방 품질정책

관련법에서는 신뢰성이란 부품·소재의 품질·성능 등이 일정한 조건하에서 일정한 기간에 요구되는 수준을 갖추고 있는 것이라고 정의하고 있다(Article 2 of the Special Law to Foster Professional Companies in parts manufacturing and matter, 2017). 즉, 제품기능의 시간적 안전성을 나타내는 개념으로 제품이 갖추고 있어야 할 품질을 일정 기간 유지하고 큰 사고에 이르는 일 없이 고객만족도를 확보하는 성질이라고 할 수 있다. 신뢰성을 나타내는 정량적인 척도로서는 신뢰도, 고장율, MTBF/MTTF 등이 있다. 또 다른 관점에서 신뢰성은 제품의 고장이 왜 생기는지를 과학적으로 해명하고, 그것을 기초로 고장을 없애려는 공학활동을 의미한다(Henley et al., 1981). 신뢰성 공학활동은 제도·기법 연구, 시험평가, 신뢰성 정보의 환류로 구분할 수 있으며 서로 밀접하게 연관되어 있다. 제도·기법 연구는 신뢰성 시험을 위한 제도·표준관리·시험기법을 연구하는 활동을 말하며, 시험·평가는 고장분석(Liang et al., 2006) 고장물리(Varde, 2010) 수명시험 등을, 환류는 제품의 수명정보를 시험평가, 설계단계로 피드백 하는 것을 의미한다.

국방 분야에서 사용하는 신뢰성 개념의 이해를 위해 미 국방부 RAM 절차서를 검토할 필요가 있다. 미 국방부 RAM 절차서 에서는 군수품이 배치운용 기간 중 열악한 환경 하에서도 요구된 기능을 수행할 수 있는 능력이라 정의하고 있다. 이는 Figure. 1과 같이 군수품이 수명주기 내에서 지속적인 품질을 유지하는 것을 의미한다. 군수품의 신뢰성은 주어진 사용 환경에서 고장 없이 사용할 수 있는 기간, 즉 사용수명(Service Life)으로 신뢰성을 평가할 수 있다.

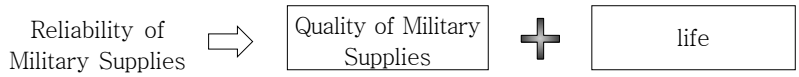

Figure 1. Reliability of Military Supplies

탄약이나 유도탄과 같이 장기저장 후에 사용되는 군수품의 경우 Figure. 2처럼 사용수명(Service Life) 외에도 저장환경에 저장할 수 있는 기간인 저장수명(Storage Life)을 포함하고 있다.(AIAA Aerospace Sciences Meeting, 2010)

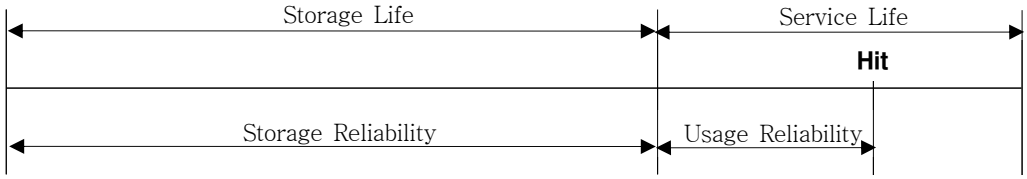

Figure 2. Life of Ammunition

하드웨어와 달리 수명의 개념이 없는 소프트웨어의 신뢰성은 Figure. 3에서와 같이 실제 운용환경에서 예외적인 조건에서도 정확하고 일관성 있게 소프트웨어 알고리즘이 작동할 수 있는 능력을 의미한다.

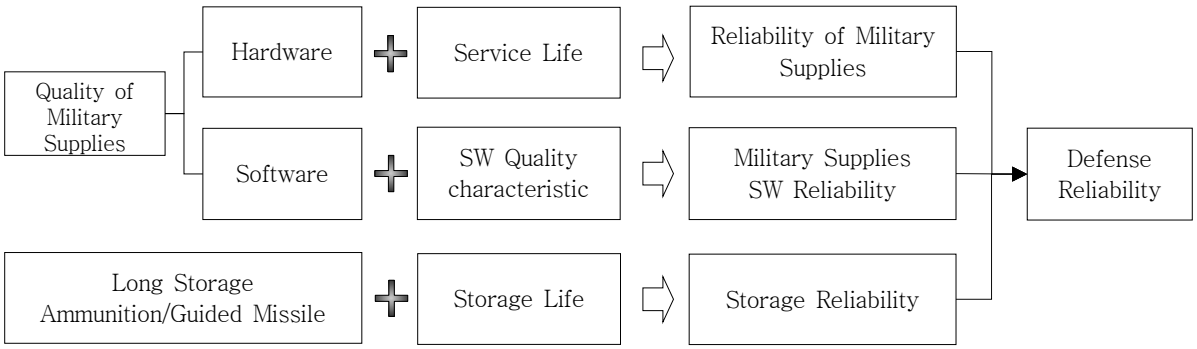

Figure 3. The relationship between the quality and life of military supplies with defense reliability

방위력개선사업에 있어서 신뢰성은 Figure. 4에서와 같이 무기체계의 전투준비태세를 보장해 줄 수 있는 능력인 가용도(Availability)와 얼마나 빨리 복구될 수 있는지에 대한 능력인 정비도(Maintainability)가 추가된 RAM(Reliability, Availability, Maintainability)의 개념을 포함하고 있다(Nicholas 2010). RAM은 어떤 체계가 주어진 조건하에서 일정기간 동안 고장 없이 의도된 기능을 수행할 수 있는 확률로서 고장빈도와 관련된 요소인 신뢰도와 어떤 체계가 고장수리를 거쳐 임의의 시점에서 가동상태에 있을 확률, 즉 어떤 장비가 불시에 임무를 받았을 때 가용될 수 있는 정도인 가용도, 규정된 절차에 따라 정비를 실시할 경우 지정된 기간 내 어떤 체계가 요구된 상태로 복구될 수 있는 확률로서 정비를 용이하게 할 수 있는 정도인 정비도로 구성되어 있다.

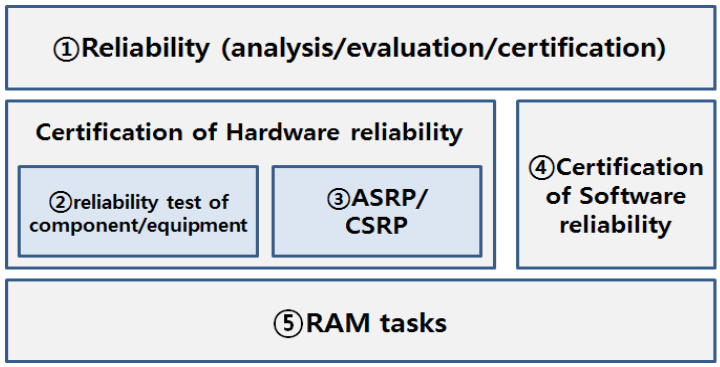

Figure 4. Defense Reliability and RAM

한편, 그간 군수품 관련 국방 품질정책은 “규격 합치성”을 기준으로 하는 양산품 위주의 정부 품질보증을 근간으로 하였다. 신정부 출범이후 정부는 국정과제로 국방 연구개발 제도개선을 추진하고 있으며 그 중 품질정책과 관련해서는 신뢰성 기반 품질정책으로의 패러다임 전환을 준비 중에 있다. 국방 연구개발의 경우 Figure. 5에서처럼 선진국 기술개발을 따라가는 Fast Follower에서 신뢰성 기반의 자체설계 및 검증기술을 확보하고 절대 우위의 신 개발품 확보를 위한 First Mover로의 전환 필요성에 따른 것이다.

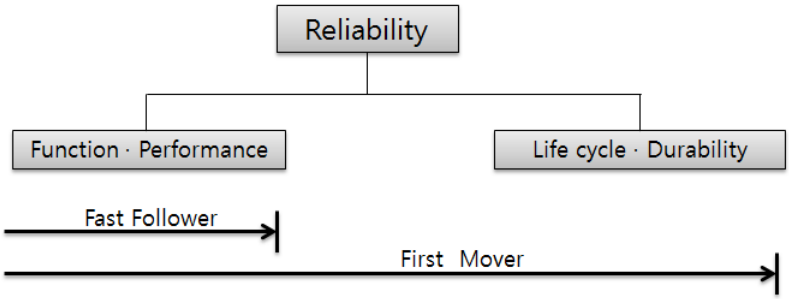

Figure 5. Fast Follower to First Mover

신뢰성 기반의 품질정책이라 함은 군수품의 기능·성능의 충족 여부만을 확인하는 "규격 합치성"에서 군수품의 기능·성능과 더불어 수명 및 내구성을 고려한 품질을 추구하는 것으로 이를 위해 개발단계 초기부터 설계품질을 확보하여 양산 이후 발생하는 품질 문제점을 최소화 하고자 하는 품질정책이다. 즉, 양산단계 검사위주에서 신뢰성 지표를 중심으로 개발단계 설계반영에 의한 품질 확보와 양산 및 운용품에 대한 고장원인 분석 등 신뢰성 평가를 적용하여 개발품에 적용하는 등 사용자가 만족하는 품질정책이다.

2.2 글로벌 기업의 품질정책

앞에서는 품질과 신뢰성의 관계에 대해서 고찰하였다. 신뢰성은 결국 제품이 갖추어야 할 품질을 일정 기간 유지하고 고객 만족도를 확보하기 위해 선결되어야 하는 성질의 공학적인 활동임을 알 수 있다. 이제 글로벌 기업의 신뢰성 기반 품질정책을 고찰하고자 한다.

GE사의 경우 제조 산업에 기반하여 불량품을 방지하는 6시그마(Six Sigma)와 프로세스의 낭비를 줄이는 린(Lean)을 통하여 품질을 높은 수준으로 유지할 수 있는 기법들을 제시해 왔는데 현재는 제품의 안전과 품질을 유지하면서 절차를 간소화 하고 시간을 획기적으로 줄이는 '패스트웍스(Fast-Works)' 업무 툴을 적용한 새로운 경영 방식을 적용 중에 있다.(Choi 2016, 17) 일반적으로 기업들은 신제품 개발에 철저한 보안을 유지하고 완제품을 만든 후 공개하는 방식을 취해왔지만, GE사의 '패스트웍스(Fast-Works)'는 제품 개발 초기 단계에서부터 고객을 지속적으로 참여시키고 고객의견을 중심으로 연구를 진행하였다. 제조·R&D·품질관리·소싱팀으로 구성된 내부 테스크포스팀(TFT)을 조직하고 개발 완료 전까지 고객의 의사를 즉각적·지속적으로 반영하여 제품 출시 속도와 품질, 정확성을 높여 최소한의 비용과 노력으로 사업의 성공 확률을 높이는 방식을 채택하였다. 패스트웍스의 내면에는 개발초기부터 지속적인 고객의 참여와 피드백을 통해 신뢰성 기반의 제품 품질확보를 위한 노력이 포함되어 있다. 현재는 제트엔진에서 기관차 부품까지 다양한 제품의 생산 및 가공을 지원하는 '생각하는 공장(Brilliant Factory)'을 통해 패스트웍스의 품질정책을 실현 중에 있다.

삼성전자의 경우 갤럭시노트 7 발화 사태 후 "불량제로 품질의 삼성" 명성을 회복하기 위한 품질관리 절차를 개선하였다. 2016년도 갤럭시노트 7 배터리 문제로 인해 2017년 삼성전자는 '글로벌품질혁신실'을 신설하였다. 품질혁신실은 18개의 필수 품질인증항목을 통과한 제품만을 출하시키는 'CS 인증제도'를 통해 개발단계별 기준만족 여부를 평가하는 '품질수준 사전 검증제도'와 협력사 공급 부품의 무결점 품질확보를 위해 협력사가 의무적으로 취득해야 하는 인증제도인 'SQCI(Supplier Quality Control Innovation)제도'를 실시 중에 있다.(Kwon 2017) 또한 품질의 신뢰성 확보를 위해서는 수명예측 스트레스 분석, 산포성 결함 발생 감소를 위한 HASS(Highly Accelerated Stress Screening) 분석 등 전문적인 신뢰성 분석도 품질정책에 포함 시켰다.

현대자동차는 게스트 엔지니어링(Guest Engineering)제도를 통해 협력회사의 엔지니어들을 자동차 설계에 공동으로 참여시키고 차량 개발기간 단축 및 부품의 품질을 향상시켜 왔다. 2002년부터 1차 협력업체 품질운영시스템 평가제도인 '품질 5스타' 제도와 2차 협력업체 육성·기초부품 품질향상을 위한 'SQ마크 인증제도'를 도입하였으며, 2015년에는 '글로벌 품질 5스타 제도'를 신설, 해외로 진출한 부품업체의 해외공장에 대한 품질을 평가하여 "고장 없는 무결점 품질의 차"라는 품질철학 구현에 노력해 오고 있다. Figure. 6과같이 개발 전 과정의 설계요소에 신뢰성 지표를 반영하여 신뢰성 보증 무상 A/S 정책을 추진(10년/10만mile), 그 결과 미국 '2016 신차품질조사' 전체 브랜드 3위, 독일 아우토 빌트 '2016 품질조사' 1위를 차지하는 등 글로벌 기업으로서 품질에 대한 확고한 지위를 누리고 있다.

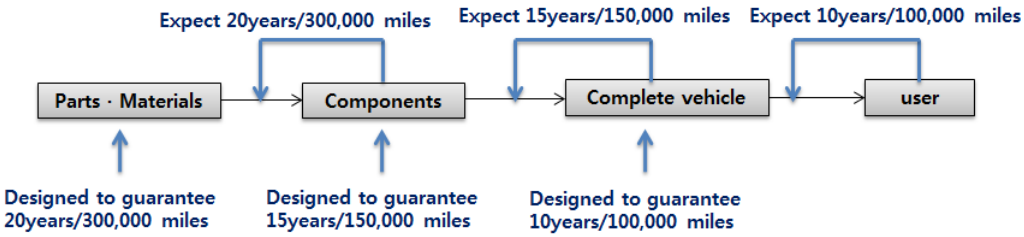

Figure 6. Reliability Design(Hyundai Motors)

LG전자는 신제품·모델의 개발단계에서부터 품질평가를 강화하여 제품에 대한 신뢰성과 안전성을 강화하고 있으며, 신뢰성 있는 품질을 확보하기 위해 핵심 안전부품에 대해 인증·승인제를 실시하여 품질점검 체계를 부품단계까지 확대·강화 시행중에 있다. 최근 LG전자와 GM(General Motors)의 전기차 사업을 살펴보면 부품업체인 LG전자가 완성차 업체인 GM의 개발 초기단계부터 제품기획, 개발에 공동으로 참여하여 전략적 파트너 십 모델을 구성하는 등 예방적 품질관리에 노력을 기울이고 있다. 또한 협력회사의 품질경쟁력을 높이기 위한 방안으로 협력사가 부품관리, 생산공정, 출하과정 중에서 자체적으로 완벽하게 품질을 보증할 수 있도록 품질관리 기준을 정확히 제시하기 위한 Figure. 7과 같은 'Q-map'과 Table 1을 활용한 'Supplier Q-Gate' 제도를 운영 중에 있다.

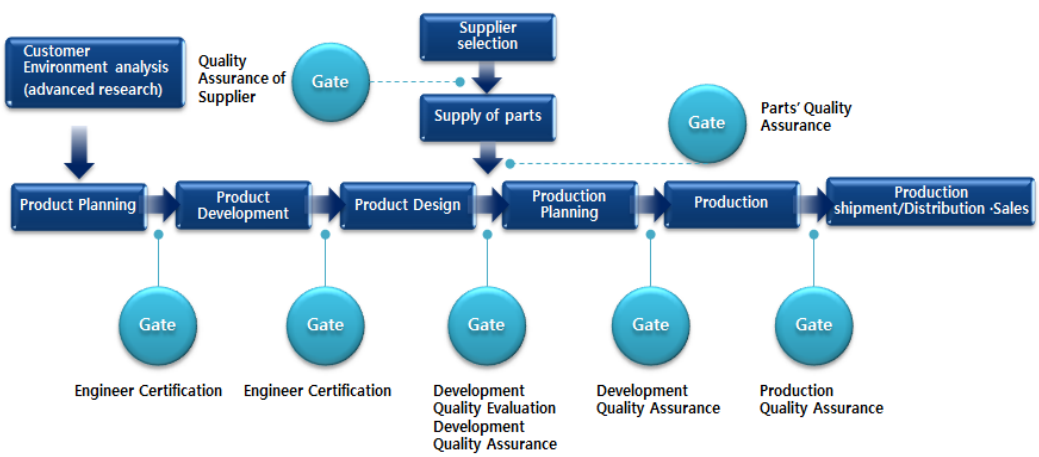

Figure 7. LG Electronics' Evaluation System of Quality/Product Safety

Table 1. Supplier Q-Gate System

Grade	Score	Usage
S	over 90	Development Priority, Increase Contract Award Ratio, Provision of LG's Technology, Provision of opportunities to develop new parts, Selection as LG's excellent supplier, reward
A	less than 90	
B	less than 80	Grant Right to develop, Increase Contract Award Ratio, Provision of business tech.
C	less than 70	Support for set period & award D if no progress
D	less than 60	Exempt from development
E	less than 50	Transaction Concluded

3. 국방분야 품질정책에 관한 사례연구

품질정책 패러다임의 새로운 전환을 제안하기 앞서 국방 분야 품질정책의 배경과 역사에 대해서 고찰하고자 한다. 이후 국방 분야 품질정책의 현황과 문제점을 고찰 후 개선방안을 제시하고 자 한다.

3.1 국방 품질보증 업무 추진배경

우리군은 창설 이래 국방과학연구소(품질검사단)에서 방산장비를, 조달본부(품질보증국)에서 일반물자류에 대한 품질 검사업무를 수행하여 왔으며, 1981년 7월 국방과학연구소와 조달본부 검사본부를 통합하여 국방과학연구소 부설기관으로 국방품질검사소를 창설하였다. 국방품질검사소는 중앙조달 되는 군수품에 대하여 규격에 의한 검사를 하기 위하여 원자재 및 제조공정 완제품에 대하여 현장에서 직접검사를 통한 품질보증활동을 수행하였다. 또한 전사적 품질관리(TQC)개념과 미 국방성 규격 MIL-Q-9858에 의한 생산업체의 절차평가 제도를 연구 검토하고 최초 도입 하였으며, 주로 소구경 탄약 및 M16A1소총, M60기관총, K2소총, K3기관총 등 소구경 화기 품질보증업무를 수행하였다. 국방품질검사소가 소구경 탄약 및 화기에 대한 품질보증 업무를 수행한 배경에는 1981년 조병창(현 풍산 해운대공장)과 국조창(현 S&T모티브, 구 대우정밀)의 민영화가 있었다.

무기체계가 차츰 복잡해지고 여러 가지 첨단기술이 적용되는 복합무기로 발전함에 따라 해외 선진국에서 수행하고 있는 품질보증 제도를 연구하고 절차평가 등을 통한 품질보증업무를 수행하기 위하여 1989년 10월 국방품질검사소는 국방품질관리소로 명칭을 변경하였다. 이후 국방품질관리소는 1988년 K1전차(88전차), 1990년 UH-60 헬기, 1994년 현무유도탄, 1995년 조함분야 등 품질보증 대상을 기존의 재래식 무기 위주에서 첨단무기체계로 확대하여 품질보증 업무를 수행하였으며, 현장 품질보증업무 경험을 바탕으로 군수품 개량, 최신기술의 생산현장 도입을 위한 형상 변경업무 등을 추가 확대하였다.

1997년 6월 국방품질관리소는 국방과학연구소 부설기관에서 분리하여 독립법인으로 전환을 추진, 국방품질관리연구소로 개칭하였다. 이때, 형상통제권을 국방과학연구소로 부터 인수하고 함정건조에 대한 품질보증 업무를 수행하는 등 업무범위의 확대를 추진하였다. 이후 국방품질관리연구소는 1997년 말 외환위기에 따라 조직의 임무 및 기능을 축소하여 국방품질관리소로 명칭을 환원, 연구기능 일부를 국방과학연구소로 이관하고 품질보증 주체를 정부주도에서 업체주도로 변경하는 등 검사위주에서 품질경영시스템 평가, 품질개선 활동 위주로 업무를 전환하였다.

2006년 방위사업청 개청과 함께 국방부 산하기관에서 방위사업청으로 감독기관을 변경한 국방기술품질원이 개

원하였다. 국방기술품질원은 방위사업법에 근거하여 군수품에 대한 품질보증업무 이외에 국방기술의 기획업무를 추가로 고유임무로 부여받아 현재까지 이르고 있다.

3.2 국방분야 품질정책 현황과 문제점

민간분야의 품질보증은 Figure. 8에서처럼 1960년대 검사중심의 품질보증에서 1980년대 공정관리 중심의 품질보증을 거쳐 2000년대 이후 설계중심의 품질보증으로 진화하였다. 반면, 국방 품질정책의 변화는 민간분야와 다른 모습을 보여주고 있다. 1978년 11월 24일 경향신문 기사를 통해 당시 정부 품질관리활동의 단면을 확인할 수 있다. 신문기사의 발췌된 내용은 다음과 같다. “ 박정희 대통령은 병기의 고도정밀성이 중요함으로 ~ 엄격한 검사제도의 실시에 더욱 노력해 주기 바란다고 당부...” 신문기사 내용에서 확인할 수 있는 것처럼 국방 품질정책의 초기는 검사조서의 발급이 주였음을 확인할 수 있다. 이제 40여년이 지난 현재의 군수품에 대한 정부 품질정책의 모습을 검토해 볼 필요가 있다. 정부는 ‘06년 방위사업청 개청 이후 방위사업법을 근간으로 국방기술품질원을 출연기관으로 설립하였으며, 권한의 위탁을 통해 군수품 품질보증에 대해 검사조서의 발급으로 품질을 보증하는 정책을 현재에도 시행중에 있다. 즉, 국방 분야 품질정책은 국방 연구개발의 발전추세나 방산 업계의 변화추세에 맞춰 변화·발전하지 못하고 정부주도·검사중심인 ‘80년대 정책에 고착되어 있음을 알 수 있다.

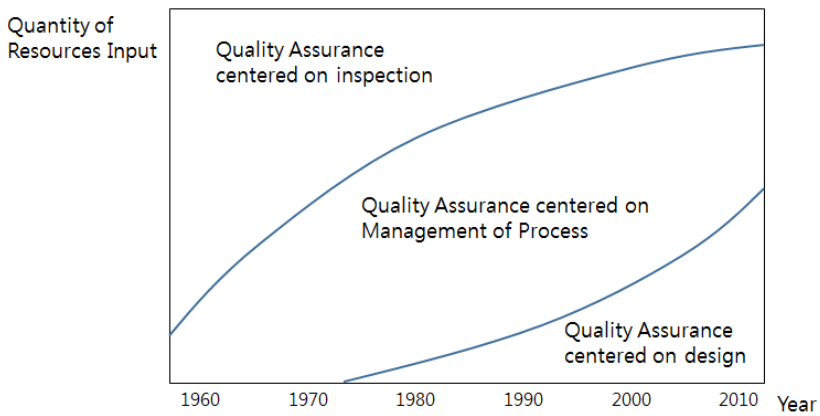

Figure 8. Quality Assurance development trend

한편, 방위사업관리규정은 정부 품질보증형태를 공인된 우수품질로써 품질보증 생략이 가능한 단순품질보증형(Ⅰ형)과 품질보증 입증서류로 갈음하는 선택품질보증형(Ⅱ형), 상용품과 군전용품목 중 장비성능 및 군사업무수행에 영향을 미치는 통상적인 신뢰성이 요구되는 표준품질보증형(Ⅲ형), 그리고 군 전용품목 중 무기체계 장비 등 고도의 정밀성과 신뢰성이 요구되는 긴요·복잡 품목을 목적으로 하는 체계품질보증형(Ⅳ형)으로 구분하고 있다. 이는 40여년 동안 수행되어 왔던 정부주도 군수품 품질보증에서 탈피하여 업체 자율성 강화를 토대로 업체 스스로 품질에 대한 책임의식 고취를 바라는 현재 정부 품질정책이 반영된 결과라고 할 수 있겠다. 그러나 분석결과는 상이하다. 아래 Table 3에서 보는 바와 같이 최근 3년간 수행한 정부 품질보증의 형태를 살펴보면 국방기술품질원에서 직접 수행한 품목(Ⅲ형, Ⅳ형)이 전체 품질보증 대상품목의 약 85%를 차지, 기존 업무방식과 유사한 정부 품질보증을 수행하고 있는 것을 알 수 있다.

Table 3. Status of Governmental Quality Assurance by type('14～'16)

Year	type Ⅰ	type Ⅱ	type Ⅲ	type Ⅳ
2014	9.7	4.6	83.2	2.6
2015	8.1	7.3	81.4	3.2
2016	8.7	5.0	82.6	3.7

또한, Figure 9에서 보는 것처럼 정부 직접품질보증 대상품목(Ⅲ형, Ⅳ형)은 오히려 최근 5년 동안 증가세를 보이고 있는 반면에 담당연구원의 수는 2014년 이후 280 → 259 → 246명으로 감소하고 있다.

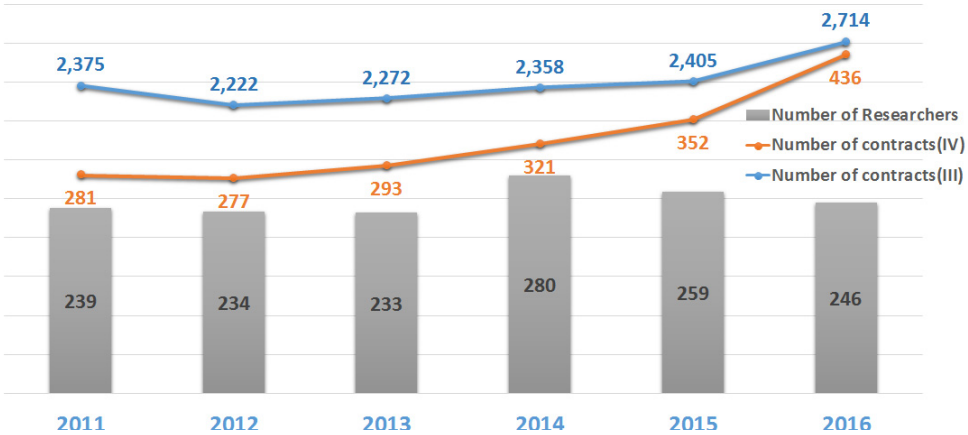

Figure 9. Status of Governmental Quality Assurance by type Ⅲ & Ⅳ('11～'16)

2014년 군수품 시험성적서 위변조 사건이후 업체 자율성과 책임성 강화를 위해 군수품 품질보증을 Ⅰ형과 Ⅱ형으로 확대하고 담당 품질보증인력을 점차적으로 축소하여 신규업무로 전환하겠다는 국방 품질정책과는 상이하게 Ⅲ형과 Ⅳ형이 지속적으로 증가하였는데 이는 국방 분야 품질정책과는 다른 방향으로 업무가 진행되었음을 알 수 있다.

그렇다면 지금까지의 국방 품질정책이 군수품 품질에 대한 신뢰를 국민과 군에 주고 있는 지 검토할 필요가 있다. Table 4는 최근 5년간 발생한 국내개발 무기체계의 주요 품질문제를 열거한 내용이다. 앞서 언급한 K-11 복합형소총 총기 내 폭발로부터 수리온 헬기 중앙동체 균열 발생 등 매년 무기체계의 품질문제가 고질적으로 발생하고 있음을 확인할 수 있다.

Table 4. Quality Problem of Domestic R&D Weapon systems(2011～2016)

Year	Main Contents	Category of Weapon System
2011	Explosion with in K11 Individual Combat Weapon	Firearm
2012	Damage of Guided Missile Patrol Gun Boat D/E Reduction Gear D/E Quill Shaft	Ship
2012	Failed Strike of Initial Production Red Shark due to insufficient impact resistance	Guided Weapon
2013	Fabrication of Military Supply Grade Certificate by 241companies over 2,749cases	Parts/Material
2014	Fracture of K11 Individual Combat Weapon Firing Control	Firearm
2014	Unstable Image Quality of TAC-EO/IR	ISR
2016	Dissatisfaction with Initial Production transmission of K2 Tank	Maneuver
2016	Fracture in Center Fuselage of Surion Helicopter	Air

특히, 2013년 성적서 위변조로 나타난 부품·소재의 품질문제와 K계열 장비의 양산 및 운용의 품질문제 등은 정부가 국방 품질정책의 본질적 목적인 “군수품 품질신뢰”를 수요자인 군에게 제공 하는데 실패하였다고 할 수 있다.

국방 품질정책의 또 다른 문제점은 국방기술품질원의 사후검사에 해당하는 양산단계 품질보증 위주 업무수행으로 개발단계에서 체계적 품질관리체계가 미흡했다는 것이다. 방위사업법에서는 품질보증의 수립 및 시행을 연구개발 및 구매의 각 단계별로 해야 한다고 명시하고 있으며, 권한의 위탁을 통해 정부 품질보증 업무를 국방기술품질원에 부여하였다. 그러나 이러한 품질보증의 업무를 무기체계 개발단계 및 국외구매품 무기체계의 경우 정부(통합사업관리팀)가 아직도 직접 주관하고 있으며, 무기체계 양산시에만 국방기술품질원이 품질보증 업무를 수행하고 있다. 반면에, 방위사업관리규정에서는 국방기술품질원으로 하여금 개발단계 품질보증활동에 대한 협조 및 지원활동으로 업무의 범위를 규정하고 있어 국방기술품질원은 인력 및 예산이 허용되는 범위 내에서 제한적으로 개발단계 품질보증활동을 기술지원 하고 있다. 법과 규정에서 명시한 품질보증활동에 대한 미묘한 차이는 아직도 많은 논란이 되고 있으며, 이제까지 국방기술품질원은 사후검사에 해당하는 양산단계 품질보증 위주로만 업무를 수행하여 왔다는 점이다. 그 결과, 개발자 위주의 검증 및 개발단계 품질관리 미흡으로 무기체계 초도양산 시 규격변경 발생률이 72.5%에 달하는 등 양산이후 품질과 관련한 다양한 문제점이 대두되고 있다.

1981년 국방품질관리소 창설이후 지금까지 정부는 식품, 유류 등 일반물자류부터 항공기, 함정 등 무기체계에 이르기까지 군수품 전 품목에 대한 품질보증을 국방기술품질원에 요구하고 있으며, 이 외에도 신규업무로 ‘06년 개원 이후 아래 Figure. 10과 같이 형상통제 업무 확대, 선행연구 전담기관 등 지속적인 기술지원 업무수행이 확대 요구되고 있다. 반면에, 신규임무 부과에 따른 예산과 정규직 반영 등의 여건마련은 미비하여 품질관리 인력이 신규업무를 수행, 현장 품질보증 및 품질관리를 위한 인력과 예산의 부족을 초래하였다. 뿐만 아니라 전문경력을 갖춘 품질관리 인원의 퇴직증가에 따른 대체인력 수급곤란(高 경력자 퇴직 후 1:1 방식 신입직원 충원)으로 현장에서의 품질관리 활동 환경마저 악화되고 있다.

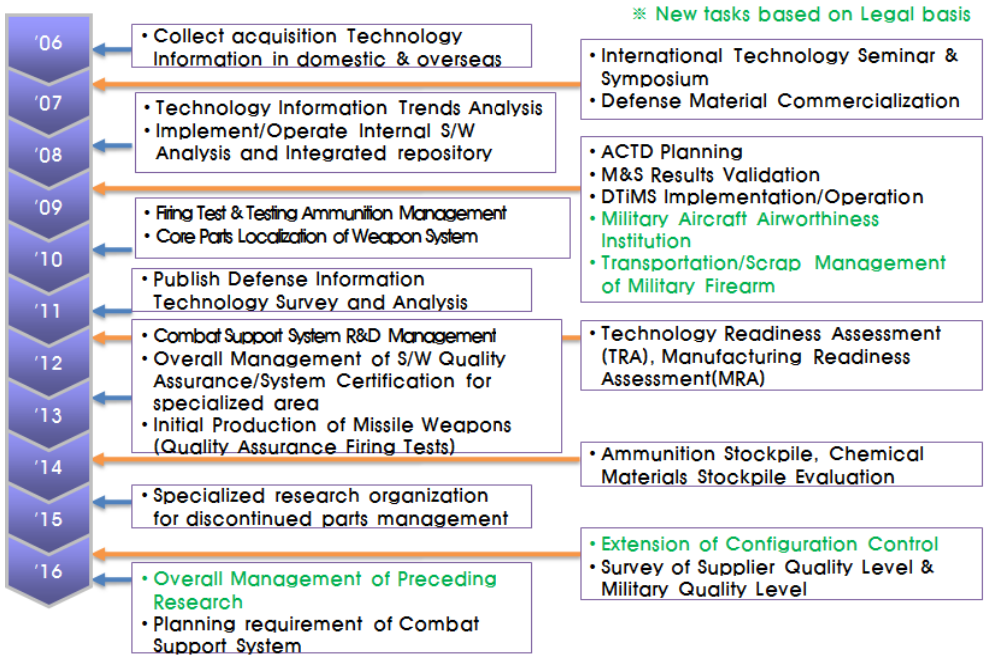

Figure 10. Add new business of DTaQ(since 2006)

품질보증 예산도 2006년 대비 3배 이상 늘어났으며, 앞에서 언급한 계약/원가/표준화/시험평가 등의 기술지원 업무증가와 증액된 군수품 품질예산 대비 효율적 업무수행을 위한 인력정원의 증가는 아래 Figure. 11에서 보는 것처럼 상대적으로 저조하였다.

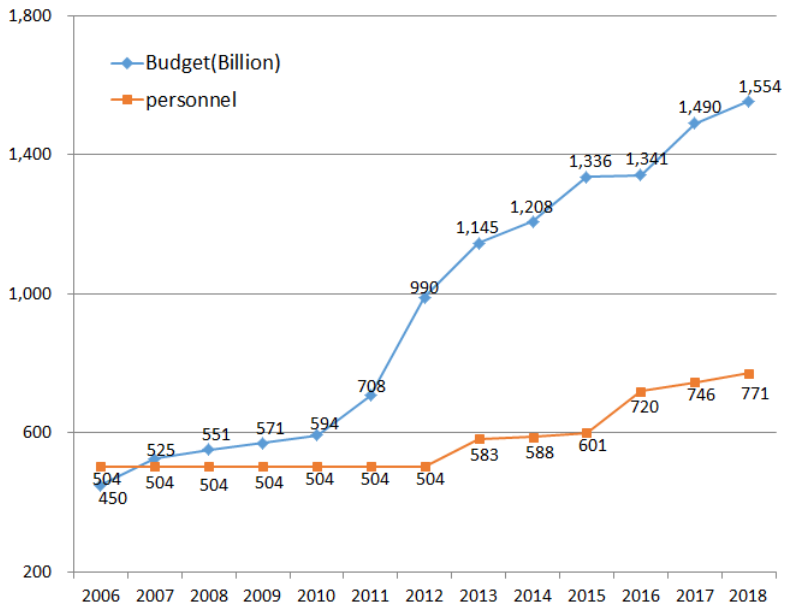

Figure 11. Changes in DTaQ personnel & Budget('06~'18)

국방기술품질원이 직접 품질보증을 수행한 품질보증대상품목 Ⅲ형을 Figure. 12에서처럼 2016년 기준으로 한정하여 분석한 결과 대상 군수품 중 34%가 나사, 너트, 볼트, 케이블 등 단순 부품류에 해당하였으며, 단순 부품류에 대한 하자발생은 Table 5에서와 같이 2010년 이후 30건에 불과하여 투입한 자원(품질보증원) 대비 효과가 미비한 것으로 나타났다.

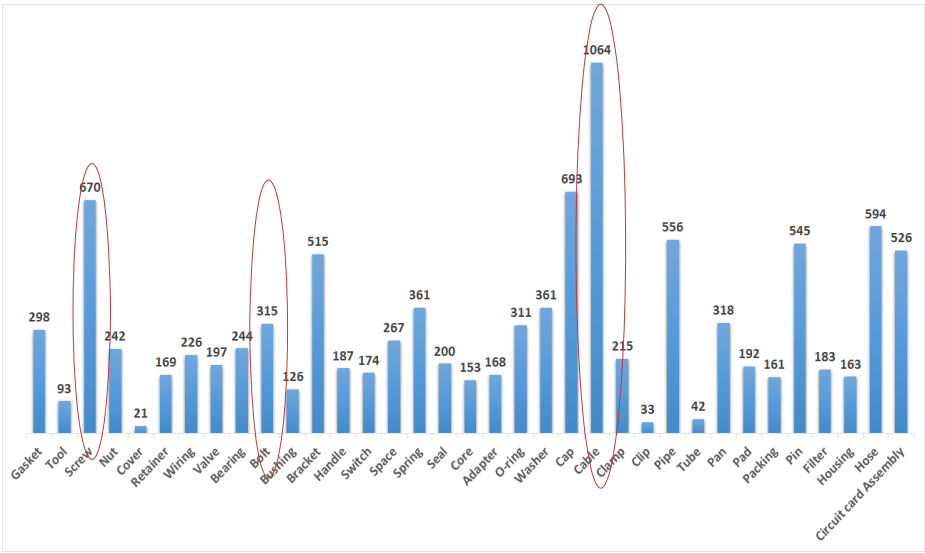

Figure 12. simple parts status('16 contact items)

Table 5. Defect causes of defense item for quality assurance type III (2010~2017)

Supplier	Item Type	Item	Defect Cause
Geoho	Screw	Screw, Cap, Hexagon Head	Assembly/Processing
Youngwoo	Screw	Screw, Cap, Hexagon Head	Assembly/Processing
Chungwoo	Bracket	Bracket, I-type, Non-rotating shaft	Assembly/Processing
Woosung Tech	Screw	Fixed Screw	Delivery of Incorrect Item
ChangjinENG	Bracket	Bracket, Shaft Bearing	Assembly/Processing
Hosung Technics Co.	Cable	Cable Assembly, Special Purpose, Electric	Assembly/Processing
Hosung Technics Co.	Cable	Cable Assembly, Special Purpose, Electric	Assembly/Processing
Boryung Eng.	Nut	Nut, Self Locking	Assembly/Processing
Ninetech	Nut	Nut, Self Locking, Dodecagon	Assembly/Processing
Samsung S&S	Cable	Cable Assembly, Wireless Frequency	Assembly/Processing
Geoho	Nut	Nut, Flat type, Slotted, Hexagon	Assembly/Processing
Samsung S&S	Cable	Antenna inter connect cable	Shortage of Parts
Geoho	Washer	Washer, Locking type	Assembly/Processing
Sunghwa Elec.	Bracket	Bracket, Auto Parts(Right-side)	Delivery of Incorrect Item
Milyang	Screw	Screw, Cap, Hexagon Head	Mixture of Incorrect Item
Woosung Tech	Bolt	Bolt	Assembly/Processing
Seungil	Screw	Screw, Cap, Hexagon Head	Delivery of Incorrect Item
Geoho	Bolt	Bolt, Connector	Mixture of Incorrect Item
Taekwang	Cable	Cable Assembly	Assembly/Processing
Woojin	Cable	Cable Assembly, Special Purpose, Electric	Assembly/Processing
HanhwaS&C	Screw	Nut, Machine	Assembly/Processing
Hyundai Wia	Nut	Nut, Assembly	Assembly/Processing
Seungil	Nut	Nut, Flat, Round	Delivery of Incorrect Item
Hyundai Rotem	Bracket	Bracket, Assembly	Assembly/Processing
S&T Heavy Ind.	Bolt	Bolt, Wheel	Assembly/Processing
Sungjin	Nut	Nut, Flat, Hexagon	Assembly/Processing
PATech	Cable	Cable Assembly, Special Purpose, Electric(W113)	Assembly/Processing
CNSpring	Bolt	Bolt	Assembly/Processing
ChangjinENG	Bracket	Bracket Assembly	Assembly/Processing
Yeonhap Co.	Cable	Cable Assembly	Assembly/Processing

국방 분야 품질정책의 현황과 문제점을 요약·분석해 보면 다음과 같다. 우선, 품질에 대한 평가방법에 있어서 개발 초기부터 중시되어 지는 신뢰성 지표를 중심으로 하는 민간분야의 설계(예방)품질과는 달리 국방 분야에서는 양산단계 검사위주의 품질평가 정책을 추진하여 왔다는 것이다. 또한 품질정책의 접근에 있어서도 “고객만족 추구”라는 고객 지향적 품질을 최우선으로 하는 민수분야와는 달리 예산과 전력화 일정에 기반한 일정·성능 구현을 위한 공급자 중심의 품질을 중시하였다는 점에서 그 문제점을 찾을 수 있다. 이는 품질에 대한 민간업체와 방산업체의 업체 인식 수준의 차이이기도 하다. 마지막으로 협력업체 품질관리 강화, 핵심부품에 대한 품질관리 강화 등 효율적 품질관리와 경영 효율화를 추구하는 민수분야와는 다르게 무기체계의 특수성을 강조한 불량품질 제로, 전쟁에서의 승리를 위해 무결점 군수품 품질 보장이라는 경직된 사고로 인해 예산절감, 경영 효율화 등을 고려하지 않는 일괄적인 정부 품질보증의 방식을 고수한 품질관리와 운영방식의 차이에서 기인하였다고 할 수 있겠다.

3.3 국방 분야 품질정책 개선방안

3.2에서는 국방 분야 품질정책의 현황과 문제점에 대해 분석하였다. 앞에서 제시한 국방분야 품질정책 문제점에 대한 개선방안을 다음과 같이 제시하고자 한다.

먼저, 국방분야 품질정책 변화와 관련하여 국방 연구개발의 업무는 과학기술 발전에 따라 패러다임 전환이 가능한 반면, 군수품 품질보증에 대한 업무는 정책수립을 주관하는 정부의 인위적 정책개입이 없다면 패러다임 전환이 어렵다는 시사점을 도출 할 수 있었다. 국방 연구개발 추세나 방산업계의 향상된 품질에 대한 인식을 토대로 방위사업청은 군수품 품질보증 대상을 Ⅰ형~Ⅳ형으로 구분하여 업체 자율성 확대 등을 유도하였으나, 방산비리와 맞물린 품질에 대한 보수적이고 엄격한 시각으로 인해 민간분야 및 선진국 품질정책과는 다르게 아직까지도 40여년 전 정부주도 품질보증에 고착되어 있음을 알 수 있다. 국방 분야 품질정책 개선을 위해 무엇보다도 먼저 국방 품질정책 주관부서의 적극적이고 인위적인 정책개입이 필요하다고 하겠다.

둘째로, 매년 되풀이 되는 무기체계 운용 간 발생되는 품질결함에 대한 근본적인 해결을 위해 기존에 수행에 오던 양산단계 검사조서 발급 위주의 사후품질에서 개발단계 설계에서부터 품질에 대한 적극적 관리를 할 수 있는 예방품질로 정책전환이 필요하다. 개발단계 예방품질 확보를 위해 개발사업의 품질관리수준을 사전 선행연구 간 평가하여, Table 6과 같은 품질관리 수준평가표를 통해 품질관리수준(LQM : Level of Quality Management)의 결정이 필요하다. 이후, 품질관리 수준에 따라 품질관리 전문인력 및 팀을 구성하고 품질에 대한 통제점을 상세설계 검토회의, 시험평가준비상태 검토회의 등 개발단계 주요 이벤트에 설정하여 다음 개발단계 진입을 위한 품질성과 평가를 실시하는 품질성과관리기법을 도입할 필요가 있다.

Table 6. LQM Evaluation table

Category		Technological risks		
		Low	Middle	High
Total Cost	Low (less than 20 billion)	LQM Ⅰ	LQM Ⅰ	LQM Ⅱ
	Middle (over 20 billion)	LQM Ⅰ	LQM Ⅱ	LQM Ⅲ
	High (over 100 billion)	LQM Ⅱ	LQM Ⅲ	LQM Ⅲ

또한 군수품이 첨단화·복합화 되면서 잠재결함의 발생확률이 대폭 증가했기 때문에 정부검사 시점에서의 통상적인 “규격합치성” 확인 활동만으로는 군수품의 사용자 품질을 보장하는데 한계가 있다. 개발단계 예방적 품질관리 강화를 위해 개발단계부터 신뢰성 지표를 중심으로 하는 설계품질을 반영하는 노력이 필요하며, 양산 및 운용품에 대해서는 고장원인 분석 중심으로 신뢰성 평가를 적용하여 ‘국방규격 합치성 보장’ 뿐만 아니라 ‘사용자 만족’을 목표로 하는 신뢰성 기반의 예방적 품질관리 강화가 필요하다.

셋째, 정부 품질보증기관인 국방기술품질원에 정부가 요구하는 모습은 군수품의 품질보증 이외에도 선행연구 전담기관, 시험평가, 방산기술 통제지원, 수출지원 강화 등 지속적인 신규업무 수행을 요구하고 있다. 반면에 인력과 예산은 한계가 있어 현재와 같은 군수품 전 품목에 대한 정부 품질보증 방식으로는 효율적인 경영을 하기 어렵다. 검사조서 발급 위주의 정부 품질보증에서 탈피하고 인력의 효율적 운용을 고려한 경영 효율화를 위해 국방기술품질원의 임무와 역할 재정립이 필요하다. 군수품 전 품목에 대한 품질보증에서 탈피하여, 품질보증대상 Ⅰ·Ⅱ형을 과감

히 확대하고 업체의 자율성 및 책임성 강화를 위해 품질이 안정된 인증업체에 업체자율품질보증제도 등을 도입하여 품질보증을 위임하는 정책마련이 필요하다. 정책의 실효성을 위해 업체 책임경영에 따른 하자 및 부정당 행위에 대해 인증 취소와 아울러 과태료·과징금 부여 등 징벌적 손해배상을 요구하는 책임과 처벌을 강화해야겠다. 또한 미국에서 시행중인 품질인증제품목록(QPL : Qualified Products List) 제도, 품질인증제도자목록(QML : Qualified Manufactures Lists)제도 등의 도입도 검토할 필요가 있다.

업체의 품질에 대한 인식에 대해서도 개선이 필요하다. 업체는 "계약조건=개발규격 만족"이라는 품질에 대한 인식으로 품질개선 및 국산화에 소극적이며, 품질보증의 책임은 계약업체에 있음에도 불구하고 국방기술품질원의 검사조서 발급을 이유로 품질하자에 대한 책임을 정부에 전가하려는 인식을 저변에 갖고 있다. 또한 계약업체의 부도·도산 등 하자에 대하여 미 조치 시 품질보증원의 「회계관계책임법」상 "보조자"역할 인정에 따른 변상책임 부과 가능성을 이유로 업체는 납품지체, 사용자 불만 처리 결과 등에 대한 면피성 민원을 제기하는 등 현장 품질보증 업무 수행책임에 대한 부담을 품질보증원에게 전가하는 실정이다. 이러한 문제점들을 개선하기 위해서는 제품검사 위주의 정부주도 품질관리에서 궁극적으로는 생산업체 품질책임 강화로 품질정책에 대한 인식변화가 필요하다고 할 수 있겠다.

4. 결 론

이제까지 품질 결함과 관련한 국방 분야의 사례연구로 부터 신뢰성 기반의 글로벌 기업의 품질정책, 국방 분야 품질업무의 배경과 추진, 그리고 국방 품질정책의 현 실태 / 문제점에 대해서 고찰하였다. 앞선 내용들을 토대로 그동안 정부 품질보증 형태에서 보여준 품질정책의 한계를 탈피하고 Figure. 13과 같이 신뢰성 기반의 품질정책으로 전환하기 위해 몇 가지 대안을 제시 하고자 한다.

첫째, 신뢰성 기반의 설계와 검증체계로 품질정책 전환을 위한 관련 제도마련이 필요하다. 기존 수행해 오던 양산단계 검사위주의 품질관리에서 개발단계 부터 신뢰성 지표를 중심으로 하는 설계품질을 반영하는 노력이 필요하다. 또한 양산·운용품에 대해서는 고장원인 분석 중심으로 신뢰성 평가를 적용하여 '국방규격의 합치성 보장'이 아닌 '사용자 만족'을 목표로 하는 품질정책 전환이 필요하다. 이와 함께 업체의 품질관리에 대한 자율성과 책임성도 강화할 필요가 있다. 즉 고장분석 결과에 따라 품질결함 계약업체에 징벌적 배상의 책임을 묻고 설계보완 및 성능개량 등을 요구해야 하는 자율성에 대한 보완 방안 마련 수립이 필요하다. 동시에 업체자율품질보증제도, QPL, QML과 같은 사전 품질인증제도 도입 등을 통해 정부의 통제를 최소화하고 능력 있는 업체가 조달에 참여할 수 있도록 공급자 관리를 강화해야 한다.

둘째, 국방 R&D 혁신과 연계하여 품질조직의 운영 효율성을 개선하고 역량을 강화해야 할 것이다. 국방기술품질원은 기존에 수행해 오던 정부주도 품질보증에서 탈피, 국방 연구개발 무기체계에 대한 신뢰성 지표 개발 및 평가기법을 연구하고 국방 특수성능에 대한 품질인증, KOLAS와 연계한 국방 분야 인정기구 업무수행, 신뢰성 관련한 방위산업체 지원 등으로 임무와 역할을 재정립하고 전문화를 통한 운영 효율성을 추구하는 방향으로 재조직이 필요하다. 또한 정출연 등 민·관의 신뢰성 시험 인프라를 적극 활용하는 등 민수분야 신뢰성 기관과 협력하고, 국방 특수성능 분야에 대한 내구성·신뢰성 성능확인을 위한 시험 인프라 및 전문인력 확보 등 역량을 강화하는 노력이 필요하다.

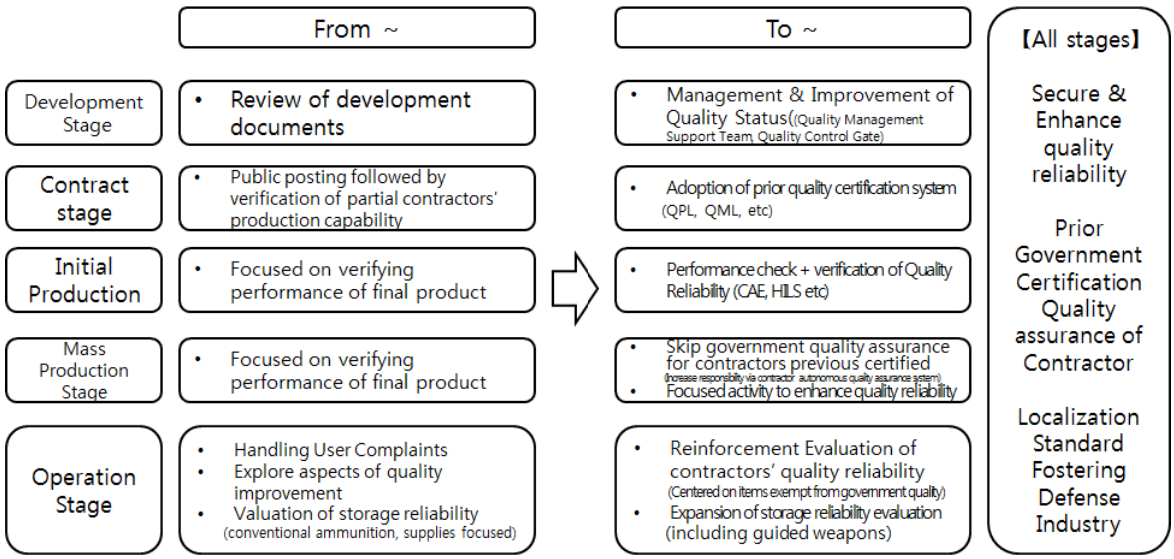

Figure 13. Quality Policy Paradigm Shift based on Reliability

문재인 정부 출범이후 방위사업청은 향후 50년 후 "자주국방의 초석"에서 "자주국방의 중심"으로의 재도약을 위해 '국방 R&D 기획체계 개선', '국가 R&D 역량 활용', 'R&D 수행기반·인프라 개선'을 주요내용으로 하는 국방 R&D 혁신을 추진 중에 있다. 'R&D 수행기반·인프라 개선'의 중심에는 국방기술품질원의 임무와 역할 변화를 전제하고 있으며, 앞으로 국방기술품질원은 이러한 국방 R&D 혁신과 맞물려 단순히 양산품 품질검사 위주의 품질보증 방식에서 탈피하여 Figure 14와 같이 무기체계 신뢰성 연구와 평가 중심 전문기관으로서 역할변화를 도모해야 할 필요가 있다.

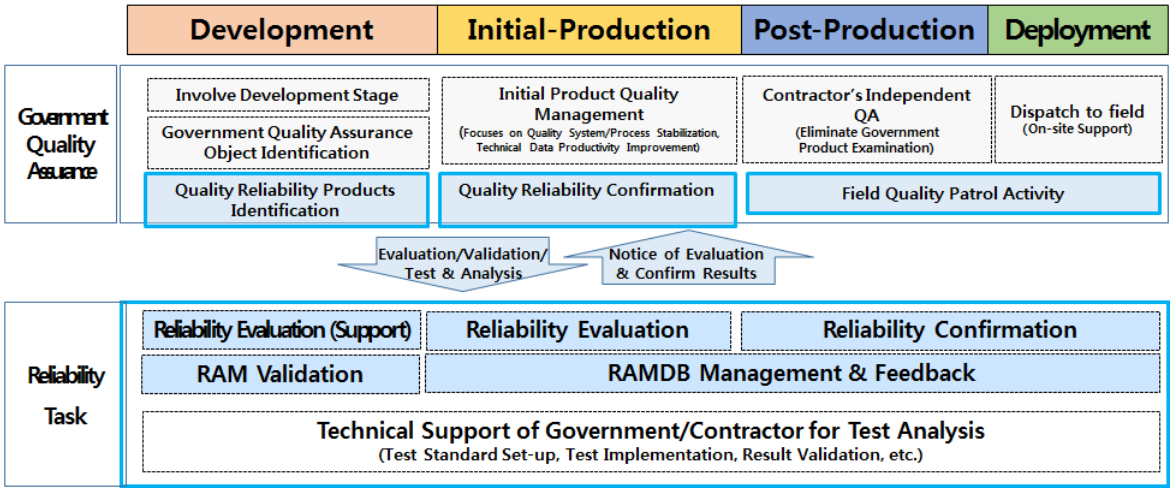

Figure 14. Changes of DTaQ's role

업무수행 방식에 있어서도 예방적 품질관리 체계 위주로 업무중심을 전환하여 문제점으로 언급됐던 법에 명시되어 있었으나 예산과 인력의 한계로 소홀히 되어왔던 개발단계 품질관리와 국외 구매품에 대한 품질관리 기능을 강화해야 할 것이다. 또한 국방품질경영시스템 적용 확대와 품질인증제도에 기반한 정부 품질관리 전문기관으로서의 역할도 필요할 것이다.

정부는 국방기술품질원의 역할 변화를 위해 정책지원이 필요하다. 검사조서 발급 등 검사원 수준의 품질보증원에서 품질의 문제와 원인을 규명하고 해결책을 제시할 수 있는 품질관리자로서 전문성 향상 등 정부 품질관리 인력의 전문성 강화를 위한 절대적 지원이 필요하다. 또한 산업부, 과기부 등 정부부처 및 산하기관과의 교류를 통해 민간분야 품질관리 우수사례를 벤치마킹 하고 정부 산하기관 품질관련 인프라의 활용이 가능하도록 기반구축에 대한 노력도 필요하다. 아울러 신뢰성 기반의 품질정책을 구현하기 위해 품질 신뢰성 연구센터 설립 등 국방 분야에 대한 품질신뢰도 연구·평가역량을 확보하고 군수품 소재·부품 단위의 품질신뢰성 연구·평가체계 구축 및 내구성·신뢰성 성능확인을 위한 시험역량 확보를 위한 신뢰성 센터 인프라 보강이 필요하다. 국외 구매품의 품질관리 효율성 강화를 위해 국제품질보증협정 체결 확대 등 지속적인 정부의 관심과 노력 또한 필요하다.

본 연구는 보안과 비밀위주의 국방 분야 정보접근의 한계와 더불어 폐쇄적인 업무 특수성으로 인해 그간 많은 연구가 진행되지 못했던 국방 군수품 품질정책의 사례를 분석하고 개선 및 발전방향을 제시하였다는 점에서 실무적 연구로서의 기여점이 있다고 할 수 있겠다. 하지만 다양한 군수품 관련 사례를 비교 분석하거나 심층 분석하지 못한 점은 연구의 한계점으로 향후 추가 연구를 통한 보완이 필요하다.

REFERENCES

Choi, Youngju. 2016. “Suggestion on Smart Factory Implementation for Small/Medium manufacturer.” Institute for International Trade 2:1-34.

Crosby P. B. 1979. Quality is Free. McGraw-Hill.

Department of Defense(DoD). 2009. “Implementation of the Weapon Systems Acquisition Reform Act of 2009.” Guide for achieving Reliability, Availability and Maintainability.

Hastings N., 2010. Physical Asset Management, Springer.

Henley E. J., Kumamoto H., 1981. Reliability engineering and risk assessment, Prentice-Hall.

Kim, D. W., Kim J. H., Shim, H. G., Park, S. G., 2010. “Ammunition Reliability Analysis applied by Prediction of Life Cycle.” 48th AIAA Aerospace Sciences Meeting.

Kim, Y. S., Choi, J. S., Kim, D. H., Noh, J. Y., Kim, K. Y., Lee, I. H., Yoo, J. M., Kim, Y. H., and Jung, W. K., 2010. Introduction to Defense Quality Management, Hyungseul Press.

Kwon, Oh-Hyun. 2017. “Samsung Electronics Sustainability Report 2017.” Samsung Electronics. 1-122.₩

Liang Y. , Zhang Y. 2006. “BlueGene/L Failure and Prediction Models.” Proceedings of the 2006 International Conference on Dependable Systems and Networks, IEEE.

Ree, S. B., Lee, K. S. 2008. “An Empirical Study on the Propulsion Factor of Six Sigma: Focused on Companies that have operated Six Sigma for More than Three years.” Korean Production and Operations Managements Society: 31~55.

Varde P. V., 2010. “Physics-of-Failure Based Approach for Predicting Life and Reliability of Electronics Components.” BARC NEWSLETTER 313:38-46.