

A Study on Effect of Army Risk Assessment System for Preventing Safety Accidents

Minsuk Park[†] · Byungho Beak · Seungbae Park · Namjoo Jeon

Center for Army Analysis & Simulation

육군 위험성평가체계의 사고예방효과에 관한 연구

박민석[†] · 백병호 · 박승배 · 전남주

육군 분석평가단

The purpose of this study is to analyze effect of Army Risk Assessment System(ARAS) which is used to prevent safety accident in ROK army. Based on prior research, we select 4 indicators which are related to accident prevention effect and analyze the differences before and after ARAS operation for each indicators by using Paired-Samples T-Test. Also, we analyze the correlation between degree of ARAS operation and status of safety accidents of 112 ROK Army units. We conduct an evaluation of each function within the system using IPA method. The results of this study are as follows; All 4 indicators are improved compared to before ARAS operation, and the differences are statistically significant. Also, there is negative correlation between the degree of ARAS operation and the occurrence of safety accidents. So, the operation of ARAS has a positive effect on preventing safety accidents. Finally among the 15 functions of ARAS, 4 functions require improvement. The findings of this study have implications for proposing necessity of computerized system in enforcing Risk Assessment. Also, whether or not operating ARAS is important, but it is also important to operate it well. Lastly, We propose improvement plans for each function to operate it well.

Keywords : ARAS, Risk Assessment, Paired-Samples T-Test, Correlation Analysis, Importance-Performance Analysis

1. 서론

산업현장에서 예기치 못한 산업재해는 자주 발생하고 있으며, 산업이 고도화되어 갈수록 재해의 빈도와 강도는 더욱 높아지고 있다[7]. 이에 따라, 2012년 고용노동부는 고시를 통해 사업장 내 유해·위험요인을 파악하고 위험성 감소대책을 수립하는 위험성평가 시행지침을 제정 및 공표하였고, 다수의 사업장 및 공공기관에서 위험성평가를 시행하고 있다. 특히, 제조업, 식품업, 건설업 등 재해발생 시 피해가 큰 산업에서 적극적으로 시행하고 있다[1].

육군에서는 2017년 K-9 자주포의 폭발사고, 사격장 도비탄 사망사고 등 부대 활동에서 안전사고가 발생하여 이를 예방하기 위한 제도의 필요성이 대두되었고 2018년 2월 위험성평가 체도를 도입하였다. 도입 초기 별도의 시스템을 구축하지 않아 여러 가지 불편사항(기록 유지·보관·전파 등)이 제기되었다. 이를 해결하기 위해 민간 사업장의 위험성평가 시행을 지원하는 인터넷 기반 프로그램인 KRAS를 본떠, 육군 위험성평가체계(이하 ARAS, Army Risk Assessment System)를 2019년 7월에 개발하였다. 군 내 시범 적용, 사용자 의견 수렴 등의 절차를 거쳐 2020년 11월부터 육군의 모든 부대는 모든 부대활동에 대하여 ARAS를 통해 위험성평가를 시행한 후 활동하도록 규정되었다.

육군 뿐 아니라 해군, 공군 그리고 미군에서도 안전사고

예방을 위해 위험성절차를 시행할 수 있는 시스템을 개발하여 활용하고 있다. 해군은 육군의 ARAS와 유사한 NRAS(Navy Risk Assessment System)를 운용, 해군의 작전환경과 임무특성에 맞게 부대별 위험성평가를 실시하고 있다. 공군은 한국형 위험관리체계(K-ORM) 운용을 통해 주로 항공안전분야에 한해 위험성평가를 실시하고 있다. 미국 육군도 온라인 체계(Safety Program Management)를 통해 위험성평가를 시행 중에 있다. 이외에도 경찰청, 소방청 등 다수의 공공기관에서 다양한 형태로 위험성평가를 시행하고 있다.

기존 연구에서는 위험성평가의 도입 및 시행이 사업장 내 사고예방에 어떠한 영향을 미치는지를 주로 연구하였다. 또한, 산업·사업장별로 시행 중인 위험성평가 사례연구를 통해 사업장별 여건과 규모에 적합한 위험성평가를 시행토록 개선사항을 제시하는 연구도 있었다[14, 16]. 이를 통해 위험성평가의 시행은 안전사고 예방에 효과가 있고 특히 산업별 특성과 사업장별 여건 및 규모에 맞추어 시행하는 것이 매우 효과적임을 알 수 있다[3, 10, 18].

본 논문에서는 ARAS를 통한 위험성평가가 군 내 안전사고 예방에 기여하는 효과를 연구하고 그 결과를 통해 ARAS가 군의 특성에 적합한 시스템인지를 검토하였다. 이를 위해 야전부대 ARAS 운용자를 대상으로 설문조사를 시행하여 그 결과를 통계 분석했고 부대별 ARAS 운용 정도와 사고발생현황 간 상관분석을 시행했다. 그리고 IPA기법을 활용한 사용자의 평가를 통해 ARAS 시스템의 운용효과를 높이고자 하였다.

2. 이론적 배경

2.1 육군 위험성평가체계(ARAS)

육군 위험성평가체계의 정의는 ‘부대활동 이전에 위험요인을 식별한 후, 평가를 통해 감소대책을 수립하기 위한 인터넷 기반의 위험성평가체계’다. 즉, 부대활동에 대한 위험성평가를 야전부대 사용자들이 편리하게 시행할 수 있도록 구축된 군 내 인터넷 기반의 시스템이다. 육군의 대대급 이상 부대는 ARAS를 이용해 모든 부대활동에 대하여 위험성평가를 시행해야 한다. 다만, 부대 가용능력을 고려하여 전술훈련, 사격훈련 등과 같은 중대급 이상 부대활동과 대형차량 이동, 대구경단약 수령 및 적재 등과 같이 위험성이 높은 활동 등 총 141개의 부대활동을 대상으로 활동 이전에 위험성평가를 시행한다. 이외에도 병영식당관리, 일일체력단련 등과 같은 일상적인 부대활동은 연 1회(1월~2월) 정기 위험성평가를 시행하고 이후 일상적인 부대활동에 대한 위험성평가는 현장에서 위험예지훈련

으로 대체한다.

육군의 위험성평가 절차는 ‘상급부대 위험예고’, ‘부대별 위험성평가’, ‘상급부대 최종확인’, ‘부대활동 이상유무 확인’, ‘위험성평가 결과 피드백’ 순 총 5단계로 구성된다. 그 중 ARAS는 주로 상급부대 위험예고, 부대별 위험성평가, 상급부대 최종확인 단계에서 활용되고 있다. 위험성평가의 단계별 세부 절차와 ARAS의 활용방법은 다음과 같다.

먼저 ‘상급부대 위험예고’ 단계에서는 사·여단급(장성급) 이상 계대에서 예하부대의 부대활동에 대한 위험예고요소를 확인하여 예하부대가 확인할 수 있도록 ARAS에 입력한다. 위험예고 요소의 작성 시기는 예하부대의 부대활동의 3~4주 전이며, 주요 내용은 지형 및 기상, 인적요소, 전력화 장비, 최근 사고사례, 기타 등 5가지 요소로 구분된다.

‘부대별 위험성평가’ 단계에서는 실제 부대활동을 하는 대대급 이상 부대가 ARAS를 통해 하달된 위험예고요소를 확인하고 이를 바탕으로 부대활동에 대한 위험성평가를 시행한다. 부대별 위험성평가의 시기는 부대활동 2주 전이며, 위험요인 식별, 위험성 결정, 감소대책 시행 순으로 진행된다. 먼저, 부대에서는 활동 주요내용·인원·장비 등 관련정보를 ARAS에 입력하고 이전 부대활동에서 발생한 사고사례를 참고하여 위험요인을 식별한다.

이때 위험요인은 ‘사고 가능성이 있는 고유한 특징이나 속성’을 의미하며, 주로 ‘총기·화포 같은 고위험성 장비’, ‘장�물·훈련기구 같은 군사기구 및 설비’, ‘폭발성·발화성·인화성 물질’, ‘훈련 및 작업 방법·장소·행동으로부터 발생하는 요인’ 총 4가지 요소에 대한 사항으로 구분된다. 식별된 위험요인을 바탕으로 부대에서는 위험성(Risk)을 결정한다. 위험성의 정의는 ‘식별된 위험요인이 부상 또는 질병으로 이어질 수 있는 위험성의 크기’이며, 사고발생의 가능성(1~5점)과 사고결과의 중대성(1~4점)의 곱으로 정량화된다. 사고발생 가능성이 높을수록 점수가 높으며 점수는 위험요인에 대한 노출빈도·시간, 회피 가능성 등을 고려하여 부대에서 결정한다. 사고결과의 중대성은 위험요인이 부대의 전투력, 임무수행능력, 준비태세에 영향을 미치는 정도를 의미하며 그 정도가 클수록 점수가 높다. 사고의 발생가능성과 사고결과의 중대성에 대한 판단을 거쳐, 위험성의 크기가 정해지면 이에 따라 부대활동의 허용 가능여부가 결정된다. 육군의 위험성평가 시행 지침에 따르면 위험성의 크기가 8점 이상일 경우 감소대책을 반드시 시행하여 위험성을 줄여야 한다. 수립한 감소대책을 ARAS에 입력하면 위험성의 크기가 줄어, 8점 미만으로 감소하면 부대활동의 위험성이 허용가능한 정도이기에 계획한 활동을 시행할 수 있다. 또한 부대활동 시행 전에 상급부대의 조치가 필요한 사항이 있으면 건의사항을 입력한다.

이후 ‘상급부대 최종확인’ 단계는 부대활동 1주 전, 사·여단급(장성급) 이상 제대에서 ARAS를 통해 예하부대의 부대활동의 위험성을 최종 확인하고 입력된 건의사항을 조치하여 안전이 확보된 부대활동 시행여건을 보장한다. ‘부대활동 이상유무 확인’ 단계에서는 당일 부대활동에 대한 위험성평가 결과에 변동사항이 없는지를 재확인한다. 마지막 ‘위험성평가 결과 피드백’ 단계에서는 부대활동 종료 후 발생한 특이사항을 ARAS에 입력하여 해당 결과를 추후에도 확인 및 활용할 수 있다.

군에서도 안전관리에 대한 인식이 높아지면서 안전사고를 줄이기 위한 안전관리시스템의 필요성이 제기되어 왔고, 위험성평가와 같은 위험관리활동의 군 내 적용에 대한 연구는 일부 진행되어 왔다. Koo and Lee[11]은 공군 내 첨단 전투기 도입이 지속되고 있고 기종별 특성이 매우 상이하기에 일률적인 기법이 아닌, 기종별 특성에 적합한 안전관리 기법의 필요성을 제시하였다. Kwak[13]은 육군 헬기에 적합한 위험성평가의 방안을 연구하여 육군항공의 안전관리 체계 발전방안을 제시하였다. Kim[5]은 4M기법, 체크리스트 법 등 8개의 안전관리기법에 대한 사례분석을 진행하고 공군 내 조직과 작업 특성에 맞는 활용이 필요하다고 하였다. 이처럼 군 내 안전관리활동에 대한 기존의 연구들은 주로 필요성에 대해 연구를 진행하여 왔지만, 본 연구에서는 이미 활용하고 있는 ARAS의 효과성에 대한 연구를 진행하여, 운용자들의 ARAS의 활용을 더욱 활성화하고 육군의 안전의식을 고취시키는데 기여하고자 한다.

2.2 ARAS의 사고예방효과

산업 활동 간 다양한 산업재해가 발생하면서 사업장 내 위험성(Risk)을 줄여 재해발생건수와 피해의 정도를 줄이고자 하는 노력은 지속 이루어지고 있다[10]. 그 중 위험성평가는 산업재해를 줄이는데 매우 유용한 방법 중 하나로, 사고예방효과의 우수성은 다수의 연구를 통해 제시되었다. 본 논문에서는 위험성평가의 사고예방효과에 관한 선행연구를 정성적 분석방법과 정량적 분석방법, 두 가지로 구분하여 정리하였다.

위험성평가의 사고 예방여부는 미래에 대한 예측을 전제로 추측하기에[9], 관련된 다수의 연구는 주로 정성적 분석방법을 통해 진행되었다. 정성적 연구들은 안전사고를 예방하는 변수들을 탐색하고 위험성평가 제도의 도입이 이에 미치는 영향을 연구하는데 중점을 두었다. 산업안전보건연구원에서는 위험성평가 시행 사업장과 미시행 사업장을 비교분석하여, 위험성평가제도가 사업장 내 사고 예방에 미치는 효과를 분석했다[12]. 그 결과, 위험성평가 시행 사업장의 사업주와 근로자는 위험요인을 수월하게 인지할 수 있었다. Kim[9]은 위험성평가제도가 건설 산업

내 재해 감소에 미치는 영향을 다중회귀분석을 통해 연구하였다. 연구결과 위험성평가 시행에 대한 사업주·노동자의 긍정적인 인식이 위험성평가의 효과를 높인다. 그리고 위험성평가의 성공적인 도입을 위해 사업주의 적극적인 참여가 매우 중요한 요소라고 하였다. 마찬가지로 위험성평가의 시행은 사업장 내 유해·위험요인 파악, 사업주 및 근로자의 안전의식 향상에 긍정적인 영향을 준다는 연구결과도 있었다[19].

반면 정성적 분석을 통해 위험성평가, 안전교육 등 안전사고 예방활동이 실제 사고사례 감소에 긍정적인 영향을 준다는 연구도 있었다. Song[19]은 50인 이상의 제조업 사업장 38개소를 대상으로 위험성평가 전·후 1년 간 사업장의 재해자, 근로손실일수, 재해율 등의 데이터에 대한 분석을 통해 위험성평가와 재해감소의 인과관계를 확인하였다. 연구결과 위험성평가 시행 전에 비해 시행 후 사업장내의 위험도, 재해자수, 근로손실일수는 각각 약 25%, 50%, 78% 감소하였다. 또한 위험성평가의 시행이 곧 사업장 내 근로자의 결근율 감소, 산재 보험료율 경감 등에 정(+)의 영향을 미친다는 연구도 있었다[12].

본 연구에서는 ARAS의 사고예방효과를 분석할 수 있는 지표를 4개 선정하였다. ‘효과적인 위험성 예고’는 부대활동과 관련된 위험성을 상급부대를 통해 미리 예고 받는 것을 의미하며 예하부대는 ARAS를 통해 상급부대에서 하달한 위험성을 확인할 수 있다. 사업주(관리자)의 주도적인 참여는 위험성평가의 성공적인 도입에 매우 중요한 요소이며[9] 이를 위해 KRAS에서는 사업주가 위험성평가 실시 전반에 걸쳐 감독하고 특히, 위험성평가 전 사업장 내 안전보건정보를 조사하도록 하고 있다. ARAS 또한 예하부대의 위험성평가를 관리하는 상급부대의 참여를 강화하기 위해 상급부대의 위험성 예고를 의무화하고 있다. ‘수월한 위험요인 식별’은 부대활동과 연관된 위험요인을 식별하는 것을 의미한다. 위험성평가 이행의 여러 가지 효과 중 사업장의 근로자가 가장 효과적이라고 생각하는 점은 사업장 내 존재하는 유해·위험요인을 인식할 수 월하다는 점이다[12]. 이처럼 ARAS 운용자는 시스템에 탑재된 이전 사고사례, 위험성평가 결과, 부대활동 관련 정보 등을 통해 위험요인을 수월하게 식별할 수 있다. ‘적절한 위험성 감소대책 수립’은 위험성의 크기를 감소하기 위한 대책을 수립하는 것을 의미하며, 위험성의 크기가 허용 가능한 수준 이상일 경우 사용자는 반드시 감소대책을 수립하여야 한다. Seo et al.[17]에 따르면 잠재위험요인을 효과적으로 발굴하고 이를 억제하기 위해 4가지(인적, 기계적, 물질·환경, 관리적) 측면에서 위험요인을 분석하고 이에 대한 감소대책을 수립하는 것이 매우 중요함을 알 수 있다. ‘부대원의 안전의식 수준’은 부대원들의 부대활동에 대한 안전의식의 정도를 의미하며, 위험성평가 시행

및 근로자들의 참여를 통해 근로자들의 안전의식이 향상될 수 있다[9, 19]. ARAS 운용 전·후 간의 차이를 분석하여 ARAS의 운용이 사고예방에 기여하는지를 연구하고자 한다. 또한 육군 소 부대는 ARAS를 통해 위험성평가를 시행하지만 2020년 도입 이후 운용기간을 고려, 각 부대별 시행실태는 일부 상이할 것으로 예상된다. 따라서 ARAS가 부대에 정착되어 올바르게 운용될수록 효과는 더 높을 것으로 예상된다. 본 연구에서는 부대별 ARAS의 운용정도과 안전사고 발생현황을 분석하여 ARAS의 운용정도에 따른 효과도 분석하고자 한다.

2.3 IPA(Importance Performance Analysis) 기법

IPA기법은 소비자(사용자)가 중요시하는 서비스의 요소에 대하여 중요도와 만족도를 비교 및 분석을 통해 요소에 대한 투자 우선순위 결정에 활용되는 기법이다[8]. 즉, 속성별 중요도와 만족도에 대한 소비자의 평가를 통해 속성에 대한 실행도를 결정하는 것이다. IPA기법은 중요도와 만족도라는 두 개의 변수를 두 축으로 하여 서비스의 속성에 대한 평가 결과를 2차원 평면에 사분면의 매트릭스로 나타낸다. 이후 구분된 영역에 따라 속성별로 평가를 진행하여 투입된 자원, 노력 등의 조정소요를 판단할 수 있다.

IPA기법은 정책, 행정, 관광 등 다양한 분야에서 제공하는 서비스(체계, 시스템 등)를 평가하고 개선방안을 제시하는 방법으로 활용되고 있다. Kim and Shin[6]은 프로스포츠팀단 산하 청소년스포츠클럽의 교육서비스와 관련된 16개 요인에 대해 IPA기법을 활용 및 분석하여, 그 결과를 통해 청소년 스포츠클럽의 개선방향을 제시하였다. 그리고 Kim et al.[8]은 대학교육의 강의 품질을 높이기 위해 비대면 강의의 속성에 대한 대학생(수강자)들의 의견을 받아 IPA기법을 활용하여 분석, 향후 비대면 강의 설계에 대한 기초 자료를 제시하였다. Bae et al.[2]은 군 물류체계와 관련된 20개의 요인에 대해 IPA분석을 통해 체계 개선에서 집중해야 할 요소를 도출하였다. 선행연구처럼 본 논문

에서는 야전부대 ARAS 운용자를 대상으로 IPA기법을 통해 ARAS의 기능별 평가를 시행, 그 결과를 바탕으로 사용 편의성을 증진할 수 있는 방향성을 제시하여 사용 활성화 및 군 내 안전사고 예방에 기여하고자 하였다.

3. 연구방법

3.1 연구설계 및 조작적정의

본 연구는 두 단계로 진행되었다. 먼저 안전사고 발생 예방과 관련된 지표를 선정하여 ARAS 운용 전·후 간 지표별 차이를 분석하여 ARAS의 운용 효과를 분석하였다. 이후 부대별 ARAS 운용정도와 실제 안전사고 발생건수와 연관이 있는지를 분석하였다. 마지막으로 사용자들이 더욱 편리하고 유용하게 사용할 수 있도록 ARAS의 중요성과 활용도를 IPA기법을 통해 분석하였다.

본 논문에서 ARAS의 사고 예방효과는 ‘ARAS의 운용이 안전사고 발생의 예방에 미치는 영향’로 정의되며, 선행연구[9, 12, 19]를 참고하여 ‘효과적인 위험성 예고’, ‘수월한 위험요인 식별’, ‘적절한 위험성 감소대책 수립’, ‘부대원의 안전의식 수준’ 등 4가지 지표로 사고 예방효과를 구성하였다. 각 지표들의 정의와 설문문항은 본 연구에 맞게 재구성하였으며 <Table 1>에 정리되어 있다. 응답은 리커트 5점 척도를 이용하여 구성하였다.

ARAS 운용 전·후에 따른 각 지표들의 차이를 분석하기 위해 야전 부대의 ARAS 운용자를 대상으로 설문조사를 시행했다. 설문조사 응답결과에 대해 대응표본 t검정을 시행, 각 지표별 차이가 통계적으로 유의미한지를 검증하였다. 대응표본 t검정은 실험집단을 대상으로 특정 자극 혹은 처치를 가한 후 전·후 차이의 유의미성을 통계적으로 검증하는 방법이다. 이후 각 부대별 ARAS 운용실태와 안전사고 발생현황, 두 변수 간의 상관관계를 분석하였다. ARAS 운용실태는 ‘ARAS 활용정도에 대한 부대별 평가’로 정의되며 안전사고 발생현황은 ‘각 부대별 안전사고 등

<Table 1> Definition and Contents of Indicators

Items	Definition of Indicators	Contents of Indicators
I1	Effective hazard warning from Higher Unit	Before operating ARAS, Higher Unit effectively warned the hazard.
		After operating ARAS, Higher Unit effectively warned the hazard.
I2	Ease of identifying hazard before unit activity	Before operating ARAS, It was easy to identify hazard.
		After operating ARAS, It was easy to identify hazard.
I3	Appropriacy of risk control action to prevent safety accident	Before operating ARAS, It was easy to establish risk control action.
		After operating ARAS, It was easy to establish risk control action.
I4	Level of People’s Safety consciousness	Before operating ARAS, People have high safety consciousness.
		After operating ARAS, People have high safety consciousness.

급별 발생건수의 합'로 정의된다. 두 변수는 모두 연속형 변수이므로 관계 분석을 위해 상관분석을 이용했다.

마지막으로 ARAS의 개선방안을 제시하기 위해 운용자가 사용하는 ARAS의 기능 총 15개에 대해 중요도와 활용의 만족도를 리커트 5점 척도를 활용하여 측정하였다. 15개 기능은 <Table 2>에 정리되어 있다. 응답내용에 대하여 IPA기법을 적용, 사용자가 중요하게 생각하지만 활용(만족)이 저조해 개선이 요구되는 기능, 중요도와 활용도가 모두 낮아 축소 또는 삭제의 검토가 필요한 기능 등을 식별하여 제시하였다. 본 논문에서 연구방법으로 사용된 대응표본 t검정, 상관분석, IPA기법은 SPSS ver.24 프로그램을 이용하여 진행되었다.

<Table 2> Functions of ARAS

Item	Function
F1	Hazard warning from Higher Unit.
F2	Hazard warning confirm by Subunit.
F3	Site confirm for identifying hazard factor.
F4	Assessment to identifying hazard factor.
F5	Enter hazard into ARAS.
F6	Enter current actions before risk evaluation.
F7	Risk evaluation.
F8	Enter suggestions to Higher Unit.
F9	Enter risk control action.
F10	Appoint person in charge of risk control action.
F11	Enter due date of risk control action.
F12	Enter risk after risk control action.
F13	Enter another risk control action if risk is still high for unit activity.
F14	Final check Subunit's risk evaluation.
F15	Final check Subunit's suggestion.

3.2 연구대상 및 자료수집방법

ARAS의 사고예방효과와 개선방안을 분석하기 위해 부대별 위험성평가 담당자·지휘관 등 ARAS 운용자를 대상으로 2022년 8월 29일부터 9월 26일까지 약 4주 동안 군 인트라넷 기반 온라인 설문조사를 시행하였다.

ARAS의 운용정도와 사고발생건수 간의 상관관계를 분석하기 위해 부대별 ARAS 운용실태와 안전사고 발생현

황을 활용하였으며 해당 데이터들은 육군 전투준비안전단을 통해 제공받았다. 육군 전투준비안전단은 육군의 안전관리 법령, 제도의 발전과 안전관리 기법 개발 등 육군 내 안전관리의 기능을 수행하는 부대이다. 또한 각 부대별 ARAS 시행실태를 주기적으로 확인 및 점검하여 위험성 평가의 정착을 독려하고 있으며, 부대별 안전사고 발생현황을 정기적으로 종합 및 유지하고 있다. ARAS 시행실태는 예하부대가 ARAS에 작성한 내용을 온라인으로 확인한 결과와 지침 이행여부 등을 부대에 방문하여 확인한 결과를 바탕으로 점수화되며, 전투준비안전단에서는 총 112개 부대(장성급 부대)를 대상으로 평가하였다. 부대별 안전사고 발생현황(∑ 등급별 사고건수 * 등급별 가중치)도 112개 부대의 현황을 제공받았으며, 그 현황은 부대별로 발생한 안전사고 발생건수에 사고별 피해크기에 따라 등급을 분류하여 등급별로 가중치를 적용하여 이를 합하였다. 사고의 피해규모에 따라 등급별로 구분하는 기준과 이에 대한 가중치는 육군 내 안전 관련 규정인 안전업무규정을 준용하였으며 이는 <Table 3>에 정리되어 있다.

4. 연구결과

4.1 ARAS의 사고예방효과

ARAS의 운용이 군 안전사고 예방에 효과적으로 영향을 주는지를 분석하기 위해 문헌연구 결과[9, 12, 19]를 바탕으로 4가지 지표를 선정하였다. 이후 ARAS 운용자를 대상으로 설문조사를 통해 ARAS 운용 전·후 간 지표별 차이를 대응표본 t검정을 이용해 비교하였다. 설문조사 응답인원은 503명이었고 ARAS 운용 경험이 없다고 응답한 13개를 제외하고 490개의 데이터를 본 연구에 사용하였다.

t검정 결과를 통해 안전사고 예방과 관련된 모든 지표들이 ARAS 운용 전과 대비하여 향상되었으며 운용 전·후 차이는 통계적으로 유의하였다. 4개 지표 중 '수월한 위험요인 식별'의 차이가 가장 커, ARAS의 운용을 통해 위험요인을 식별하기가 무척 용이해진 것으로 분석되었다. 이어 '효과적인 위험성 예고', '부대원의 안전의식 수준', '적절한 감소대책 수립' 순으로 차이가 컸다. 이를 통해

<Table 3> Explanation of Safety Accident Level

Level	Damage	Weight
A	More than 3 people dead or more than 7 people seriously injured / Damage of over 2 billion won	1.0
B	1~2 people dead or 3~6 people serious injuries / Damage of 1 billion to 2 billion won	0.8
C	1~2 people serious injuries / Health disability for work more than 5 days / Damage of 100 million to 1 billion won	0.6
D	1~2 people minor injuries / Health disability for work less than 4 days / Damage of 10 million to 100 million won	0.4
E	Minor injuries / Health disability for work less 1 days / Damage of less than 10 million	0.2

<Table 4> Result of Paired-Samples T-Test

Item	Before ARAS (n=490)		After ARAS (n=490)		Mean Difference	t value	p value
	Mean	Std. Error	Mean	Std. Error			
I1	3.4898	.94396	3.8709	.87501	.3811	-9.142	.000
I2	3.5485	.90922	3.9526	.81554	.4041	-9.708	.000
I3	3.7320	.85178	4.0454	.72869	.3134	-8.089	.000
I4	3.5144	.86799	3.8765	.78987	.3621	-9.287	.000

ARAS의 운용은 안전사고 예방효과가 있는 것으로 볼 수 있다. 자세한 분석결과는 <Table 4>에 정리되어 있다.

이어서 ARAS가 부대활동의 안전사고 실제 감소에 영향을 주는지를 확인하기 위해 부대별 ARAS 시행실태와 안전사고 발생현황 간의 상관관계를 분석하였다. 이를 위해 두 변수 간 피어슨 상관관계수 r을 계산하였다. 상관관계수 r은 두 변수 간 관계의 정도와 방향에 따라 $-1.0 \leq r \leq +1.0$ 의 값을 갖는다[4]. 분석결과 두 변수의 상관관계수 값은 -0.511^{**} (상관관계가 0.01수준에서 유의함)로 나왔다. 따라서 두 변수는 음의 상관관계를 가져 ARAS를 통해 위험성 평가를 잘 시행할수록 수월하게 위험요인을 식별하고 위험성 감소대책을 수립 및 시행하여 부대의 안전사고 발생 건수 혹은 피해정도가 줄어들 것으로 보인다. 자세한 분석결과는 <Table 5>에 정리되어 있다.

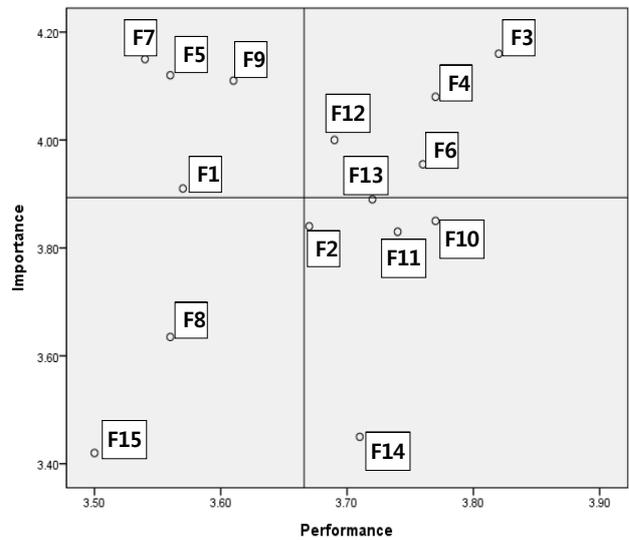
<Table 5> Result of Correlation Analysis

Definition	Mean	Std. Error	r
ARAS operating status	3.4898	.94396	-.511**
Occurrence of safety accident	3.5485	.90922	

4.2 ARAS 기능별 개선방안

ARAS의 개선방안을 식별하기 위해 사용자를 대상으로 설문조사를 통해 ARAS의 15개 기능별 중요도와 활용의 만족도를 리커트 5점 척도로 측정하였다. ARAS의 15개 기능에 대한 IPA기법 분석 결과는 아래 <Figure 1>과 같다. 2차원 매트릭스 내 구분을 위해 15개 기능의 중요도와 만족도 평균값을 표시하고, 이를 중심으로 구분하여 총 4개 사분면을 구성했다. I 사분면은 중요도와 만족도가 모두 높은 영역으로 ARAS의 기능 중 F3(위험요인 식별을 위한 현장 확인), F4(식별된 위험요인에 대한 평가), F6(위험성 결정 전 조치사항 입력), F12(감소대책 시행 후 위험성 재입력)가 해당된다. 이 영역은 중요도와 만족도가 모두 높기에 현 수준을 유지하도록 노력해야 한다. II사분면은 중요도는 높으나 만족도가 저조한 영역으로 ARAS의 기능 중 F1(상급부대의 위험예고 입력), F5(위험요인 ARAS 입력), F7(위험성 결정), F9(감소대책 입력)가 해당

된다. 이 영역에 해당하는 기능은 최우선적으로 개선이 필요하다. 중요도와 만족도가 모두 저조한 영역인 III사분면에는 F8(상급부대 건의사항 입력), F15(예하부대의 건의사항 확인)가 속한다. III사분면은 중요도·활용만족도가 모두 저조하지만 II사분면보다는 개선의 우선순위가 떨어져 계속 관찰이 필요하다. 마지막으로 F2(예하부대의 위험예고 입력), F10(감소대책 시행 담당자 입력), F11(감소대책 시행 완료일 입력), F14(예하부대의 위험성평가 결과 확인)는 IV사분면에 속했다. IV사분면은 중요도는 낮으나 활용도가 높은 영역으로 이 영역에 할당하는 자원 혹은 노력들은 낮추는 방향으로 고려할 필요가 있다.



<Figure 1> Result of IPA method

5. 결론

5.1 결과 요약

본 연구는 군 내 안전사고 예방을 위해 운용하는 ARAS가 안전사고 예방에 효과가 있는지를 분석하고 사용자 의견을 수렴하여 시스템의 기능별 개선방향을 분석하였다. ARAS의 안전사고 예방효과는 ‘효과적인 위험성 예고’,

‘수월한 위험요인 식별’, ‘적절한 감소대책 수립’, ‘부대원의 안전의식 수준’ 등 4가지 지표로 측정하였다. 효과를 검증하고자 야전부대의 ARAS 운용자를 대상으로 자기보고식 설문조사를 실시하였고 응답자 503명 중 490명의 유효한 데이터를 활용하였다. ARAS의 운용이 실제 사고 발생과도 연관성이 있는지를 분석하기 위해 부대별 ARAS 운용실태와 부대별 안전사고 발생현황을 육군 전투준비안전단을 통해 획득하여 분석하였다. 그리고 ARAS 운용자의 편의성을 높이기 위해 ARAS의 15개 기능별 중요도와 만족(활용)도를 사용자가 평가하여, 그 결과에 대해 IPA기법을 통해 분석하고 개선이 필요한 기능에 대하여 개선방향을 제시하였다.

본 연구 결과에 대한 종합적인 정리는 다음과 같다. 먼저, ARAS의 운용 전과 후를 비교하였을 때 안전사고 예방효과와 관련된 4개 지표는 모두 향상하였다. 4개 지표 모두 향상된 정도가 통계적으로 유의미하였으며 ‘수월한 위험요인 식별’, ‘효과적인 위험성 예고’, ‘부대원의 안전의식 수준’, ‘적절한 위험성 감소대책 수립’ 순으로 차이의 크기가 컸다. 사용자는 ARAS를 통해 상급부대가 하달한 위험요인, 관련 활동의 위험성평가 결과 및 관련 사고사례 등을 확인할 수 있어, ARAS의 도입 및 운용을 통해 위험요인 식별이 수월해졌음을 알 수 있다. 위험요인을 수월하게 식별하는 것은 사고를 예방하는데 도움이 되기에[3] ARAS의 운용이 사고예방에 효과적임을 알 수 있다. 그리고 수기 기록, 전화 등을 통해 부대활동의 위험성을 예고 받았던 ARAS 도입 이전과 달리 하나의 시스템을 통해 부대활동과 관련된 위험성을 편리하게 확인할 수 있다는 점 또한 사고예방효과에 긍정적인 영향을 준다고 볼 수 있다. 그리고 Kim[9]의 연구결과와 마찬가지로 ARAS의 운용이 부대원(구성원)들의 안전의식 향상에 효과적인 것으로 나타났다. ARAS의 운용을 통해 이전 위험성평가 결과 등 다양한 정보를 제공받아 각 부대에서 위험성 감소대책 수립이 수월해졌음을 알 수 있다.

둘째, 각 부대별 ARAS 운용실태와 안전사고 발생현황은 음(-)의 상관관계를 가진다. 따라서 ARAS 운용을 통해 위험성평가를 내실있게 시행하는 것이 안전사고 발생 억제 또는 피해 감소와 일부 연관이 있다고 볼 수 있다. ARAS를 적극적으로 운용할수록 위험요인을 수월하게 인식하고 관련된 위험성을 줄이는 노력, 행동 등이 증가하여 안전사고의 인적·물적 피해가 일부 줄어드는 것으로 보인다.

셋째, ARAS의 15개 기능 중 F1(상급부대의 위험예고 입력), F5(위험요인 ARAS 입력), F7(위험성 결정), F9(감소대책 입력)은 최우선적으로 개선이 필요하다. 위 기능들은 안전사고 예방과 매우 밀접한 관련이 있는 기능이며, 이를 개선한다면 사고예방에 직접적으로 도움이 되어

ARAS의 사고예방효과는 더욱 높아질 것으로 기대된다. ARAS를 통해 단순히 사용자가 위험성 관련 정보를 확인하는데 그치지 않기 위해서는 H건설사의 위험성평가 운영 시스템[15]처럼 담당자의 결재시스템을 추가하여 실질적인 활용을 유도하고 4M기법 등 추가적인 위험성 분석 기법을 적용하여 효과적인 위험성 평가가 될 수 있도록 개선방향을 검토할 필요가 있다. F8(상급부대 건의사항 입력), F15(예하부대의 건의사항 확인)은 지속적인 관찰·평가를 통해 개선여부를 확인하여야 한다. 위 기능들은 중요도와 만족도가 모두 떨어져 축소 또는 삭제가 요구된다고 볼 수 있다. 운용자들은 ARAS에 위험성평가 관련 건의사항을 입력하지만, 이에 대한 실질적인 해결을 위해 전화 등 다양한 수단을 통해서 건의사항을 전달하여 이 기능들에 대한 활용도가 떨어지는 것으로 보인다. F8(상급부대 건의사항 입력)을 개선하기 위해서 예하부대의 건의사항을 상급부대가 확인하였는지 그리고 조치하였는지 등 진행상황을 예하부대가 확인할 수 있도록 하여 예하부대의 임무수행여건을 보장할 필요가 있다. F15(예하부대의 건의사항 확인) 역시 마찬가지로 예하부대의 건의사항에 대하여 상급부대의 확인 및 조치여부를 예하부대가 인식할 수 있도록 기능을 보완한다면 위 기능들에 대한 활용도가 높아질 것으로 기대된다.

5.2 시사점, 한계점 및 향후 연구방향

본 연구의 시사점은 다음과 같다. 본 연구는 위험성평가의 시행여부와 이에 대한 효과를 연구한 기존의 연구들과 달리 시행여부 뿐 아니라 시행정도에 따른 효과도 분석했다는 학문적 의의가 있다. 그리고 본 연구는 위험성평가를 지원하는 시스템인 ARAS를 연구대상으로 분석하였는데 유사한 시스템인 KRAS, 연구실안전교육시스템 등에 대한 효과성 연구에도 이론적 토대를 제공할 수 있다.

실무적인 측면에서 분석한 시사점은 다음과 같다. ARAS 운용이 군 내 사고예방에 효과가 있다는 연구 결과에 대한 교육, 홍보를 통해 군 내 안전의식 향상을 더욱 도모할 수 있다. 그리고 위험성평가의 시행방법 중 하나로 전산화된 시스템의 유용성을 제시하였다. 위험성평가의 기법에는 위험예지활동, TBM(Tool Box Meeting), 야차사고 발굴 등 다양한 방법이 있지만, 각 산업·사업장에 적합한 기법을 활용하는 것이 매우 중요하다[5, 16]. 연구결과를 통해 ARAS는 군에 적합한 시스템임을 확인하였다. 마지막으로 ARAS의 기능별로 평가를 진행했기에, 구체적인 개선소요를 파악할 수 있고 연구결과를 반영한 개선이 이루어진다면 ARAS 운용자의 활용빈도가 더욱 높아져 군 내 안전문화 확산에도 기여할 것이라 기대된다. 특히, ARAS의 사용은 선택적인 것이 아닌 의무적인 것이기에

사용자들이 시스템에 대해 사용이 용이하다고 느낄수록 사용은 더욱 활성화될 것이다[20].

본 연구의 한계점과 향후 연구방향은 다음과 같다. 먼저 본 논문에서 사고예방효과를 측정하기 위해 선택한 4개 요인은 선행연구에서 이미 검증이 된 요인이다. 따라서 군의 문화적 혹은 조직적 특성을 반영한 새로운 요인을 탐색하고 그 효과성을 검증할 수 있는 향후 연구가 필요하다. 또한 안전이 강조되면서 위험성평가 외에도 안전훈련의 날, 부대를 대상으로 한 안전진단 점검 등 다양한 안전관리 활동이 군 내에서 이루어지고 있다. 이러한 안전관리 활동들이 사고예방효과를 측정할 4가지 요인(특히, 부대원의 안전의식 수준)에 일부 작용하였을 수 있다. 이러한 활동들이 미치는 영향을 통제하거나 복합적으로 고려한 추가연구가 필요할 것으로 보인다.

References

- [1] Ahn, N.S., Proposal for Government Quality Assurance Risk Assessment System for Military Supplies, *Journal of Korean Society Quality Management*, 2023, Vol. 51. No. 2, pp. 155-170.
- [2] Bae, K.H., Gong, J.M. and Yeo, G.T., Study on Ways to Improve Military Logistics Systems Based on IPA Analysis, *Journal of Digital Convergence*, 2017, Vol. 15. No. 3, pp. 139-146.
- [3] Choi, H.J., Risk Assessment for Disaster Reduction in Small-Scale Construction Sites, *Journal of the Society of Disaster Information*, 2022, Vol. 18. No. 2, pp. 395-404
- [4] Han, E.S., Hwang, J.H. and Lee, D.H., Effect of the Organization's Autonomous Working Environment and Trust among Members on Workers' Job Immersion, *Journal of Society of Korea Industrial ans Systems Engineering*, 2023, Vol. 46. No. 2, pp. 13-21.
- [5] Kim, D.H., A Study on the Risk Assessment Technique of Aviation Sector in the Serious Accidents Punishment Act, *Korean Journal of Aerospace and Environmental Medicine*, 2023, Vol. 33. No. 1, pp. 16-26.
- [6] Kim, H.H. and Shin, S.M., The casual relationship model among participatory Service Quality by Using IPA, *Journal of the Korean Society for The Study of Physical Education*, 2023, Vol. 27. No. 6, pp. 237-249.
- [7] Kim, J.E., A Study on the Effectiveness Improvement of Safety Education - Focused on the Education of Manufacturing Risk Assessment Officer, *Journal of the Society of Disaster Information*, 2023, Vol. 19. No. 1, pp. 97-104
- [8] Kim, M.K., Lee, T.W. and Lim, S.Y., A study on the Importance of Non-face-to-face Lecture Properties and Performance Satisfaction Analysis AHP and IPA: Focusiong on Comparative Analysis of Professors and Students, *Journal of Society of Korea Industrial ans Systems Engineering*, 2021, Vol. 44. No. 3, pp. 176-191.
- [9] Kim, T.W., A Study on Effectiveness on Safety Conscioousness & Risk Assessment System on Construction Industrial Accidents [dissertation], [Chungcheongbuk-do, Korea]: Jungwon University, 2017.
- [10] Kim, T.W., Cheng, H.I., Jang, H.A., Lee, Y.H. and Shin, S.M., Study on Re-classification and Characteristic Evaluation for Risk Assessment Methodologies by Utilizing QFD: A Literature Review, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 2022, Vol. 41. No. 5, pp. 365-379.
- [11] Koo, B.E. and Lee, K.J., A Study on Safety Management Methods for Introduction of the Advanced Aircraft by the Republic of Korea Air Force, *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 2021, Vol. 29. No. 2, pp. 36-46.
- [12] Korea Occupational Safety & Health Agency, A Study on the Analysis of Effect for Application of Risk Assessment, Research Report, 2007.
- [13] Kwak, M.S., A study on improvement of Army Aviation Safety Management System(Focusing on risk assessment), [Master's Thesis], [Seoul, Korea] : Seoul National University of Science and Technology, 2019.
- [14] Lee, D.Y. and Cho, G.S., A study on the actual status of steel risk assessment operation and improvement measures for hazard risk, *Journal of the Korean Academia-Industrial Cooperation Society*, 2023, Vol. 24. No. 9, pp. 487-496.
- [15] Lee, J.B., Analysis of Operation System Establishment Cases for Efficient use of Risk Assessment at Construction Sites - H Focusing in Construction Company Cases, *Journal of the Society of Disaster Information*, 2022, Vol. 18. No. 4, pp. 828-838
- [16] Park, S.D., A study on improvement policies of risk assessment at industrial sites, Yeongnam University, Master's Thesis, 2019.
- [17] Seo, S.H., Weon, J.I., and Woo, H.S., Effective Detection Technique of Near Miss using 4M Risk Assesment Methodology, *Journal of the Korean Society of Safety*, 2012, Vol. 27. No. 5, pp. 164-170.
- [18] Shin, I.J., Comparative Study on the Institutional

Framework of Risk Assessment between German, UK and Korea, Japan in Asian Countries, *Journal of the Korean Society of Safety*, 2013, Vol. 28. No. 1, pp. 151-157.

- [19] Song, G.Y., The Analysis of Methodology of the Risk Assessment for Prevention of Industrial Accident at Workplace, [Master's Thesis], [Seoul, Korea] : Hanyang University, 2010.
- [20] Tunnell, H.D., Technology diffusion and military users:

Perceptions that predict adoption, *IEEE Military Communications Conference*(October), 2014, pp. 1621-1626.

ORCID

Minsuk Park | <https://orcid.org/0009-0008-0349-3257>
 Byungho Beak | <https://orcid.org/0000-0003-0262-7037>
 Seungbae Park | <https://orcid.org/0009-0007-0295-1968>
 Namjoo Jeon | <https://orcid.org/0009-0005-3906-695X>