

# 공급 사슬 보안에 관한 국내외 문헌 조사 연구

양 병 학\*

\*경원대학교 산업정보시스템공학과

## A literature review of Korean and International research on the supply chain security

Byoung-Hak Yang\*

\*Department of Industrial Engineering, Kyungwon University

### Abstract

This research is a literature survey on the Supply chain security. International organization and governments have build security regulations to improve the security in the shipment through supply chain. The researches on supply chain security were increasing during last 10 years. We were surveyed 56 research including Korean and international papers. This study was classified by research subjects, security regulation, and research methods. Korean researches were focused to introducing and reviewing on the security regulation, but the researches on specific security reinforcement were very rare. International researches were concerned with the subject of the airport security scanning problem, transportation security problem, port selection problem.

**Keywords** : Supply Chain Security, Literature Review

### 1. 서 론

2001년 미국에서 발생한 9.11 테러 이후 공급사슬 보안(Supply chain security)라는 새로운 국제 규범이 등장하였다[21]. 미국, 유럽 연합 그리고 세계 세관기관이 각국을 연결하는 공급사슬상의 보안 문제에 대하여 여러 가지 규제를 하고 있어 기업들은 이러한 보안 규범에 맞추어 인증을 받거나 또는 보안 관리를 강화해야 한다. 물류의 공급 사슬 보안이란 단순한 재해나 비의도적인 사고뿐 아니라 테러와 같이 누군가의 의도적인 목적으로 발생하는 문제까지 예방하는 측면을 강조하는 것이다.

보안과 관련된 용어로는 Supply chain security(공급 사슬 보안), Logistics security(물류 보안), Transportation security(수송 보안)등이 사용되고 있다. 일부 논문에서는 Supply chain security를 물류 보안이라고 사용하기도 한다. 물류와 공급사슬의 영역이 중첩되는 것을 반영한 현상으로 이 논문에서도 공급 사슬 보안과 물류보안은 동일한 용어로 사용하겠다.

국제적인 기관들이 공급 사슬 보안 규범을 만들고 있고 처음 이 분야를 접하는 연구자들은 혼란을 느낄 수 있어서 먼저 관련된 기관과 보안 규범과 관련된 용어를 정리하였다.

† 이 논문은 2011년도 경원대학교 교내연구비 지원에 의한 결과임. (KWU-2011-R104)

† 교신저자: 양병학, 경기도 성남시 수정구 복정동 산65 경원대학교 산업정보시스템공학과

Tel: 031-750-5368, byang@kyungwon.ac.kr

2011년 7월 7일 접수; 2011년 9월 21일 수정본 접수; 2011년 9월 21일 게재확정

## 용 어 정 리

- ① IMO(International Maritime Organization)  
- 국제해사기구[30]
- ② WCO (World Customs Organization)  
- 세계세관기구[30]
- ③ ISO (International Organization for Standardization)  
- 국제 표준화기구[21]
- ④ CSI (Container Security Initiative)  
- 컨테이너 보안 협정[30]
- ⑤ C-TPAT (Customs-Trade Partnership Against Terrorism)  
- 대 테러 민관 보안협력 프로그램[30]
- ⑥ ISPS Code (International Ship and Port Facility Security Code)  
- 국제해상보안규범[30]
- ⑦ CSDs (Container Security Devices)  
- 컨테이너 보안장비[9]
- ⑧ 24 Hours Rule  
- 화물정보 24시간 전 신고제도[9]
- ⑨ ATSA (Aviation and Transportation Security Act)  
- 항공 수송 보안 활동[46]
- ⑩ AEO (Authorized Economic Operator)  
- WCO의 제도를 기반으로 한 물류보안 인증 사업자 제도[23]
- ⑪ ISO28000  
- 기업의 보안관리 표준의 인증제도[23]

공급 사슬 보안의 국제 규범 강화는 기업들에게 새로운 규범에 맞춘 업무 절차를 도입해야 하며[25], 보안 산업에서는 보안기와 시스템의 개발 요구가 발생할 것이다[4]. 이러한 국제 사회의 요구에 따라 학계에서도 공급 사슬 보안 관련 연구가 필요하여 그에 관한 연구가 증가하고 있다. 공급 사슬 보안이 태동한 것은 미국의 9.11 테러 이후이고, 그로부터 10년간의 공급 사슬 보안 분야의 연구 결과들을 정리할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 지금까지 발행된 공급 사슬 보안과 관련된 국내외 연구 논문들에 대하여 문헌 조사를 하고 이를 보안 제도, 연구 주제, 연구 기법 등을 분류하여 공급사슬 보안 분야의 연구 현황을 정리하고 국내 연구와 국외 연구의 연구 동향을 분석하여 국내 연구의 방향을 설정하려고 한다.

## 2. 국외 연구

Hintsal[37]은 공급 사슬 보안에서 여러 종류의 제도

가 국제기구, 국가별로 제정되고 있어서 공급사슬 보안의 표준을 제정할 근거에 대하여 연구하였다. 14가지의 차원에서 이론적 표준 체계를 구성하여 이를 사례 연구를 통해 검증하였다. 그들에 의하면 추후에 필요한 연구로 효율적인 보안의 측정기준, 서로 다른 유형의 범죄에 대응하는 보안 측정 방법, 민간기업과 공공기관 간의 협조방안 등을 제시하였다. Boros 외 4인[31]은 컨테이너를 검색하는 시나리오에 대하여 연구하였다. 검색 전략을 최적화하기 위해서 불량 컨테이너의 검색율을 최대화를 목적으로 하고 예산과 장비 용량을 제약으로 하는 대규모 선형계획법 모형을 제시하였다.

Ukkusuri와 Yushimito[54]는 고속 도로망이 테러 등으로 공격받았을 때 전체 네트워크에 미치는 영향을 알아보기 위하여 도로망의 중요도를 평가하는 방법을 제시하였다. 그들은 중요도를 평가하기 위하여 도로망의 균형 수송 시간을 이용하여 특정 도로가 파손 시 변하는 균형 수송 시간에 의해서 도로의 중요도를 평가하였다. Guerrero의 2인[35]는 테러에 의하여 항구가 폐쇄되었을 때의 공급 사슬과 선박 운행의 복구 절차를 연구하였다. 항만이 폐쇄되었을 때의 환경에 따라 대응 계획을 만들어내는 복구 모델을 제시하였다.

McLay의 2인[46][47]은 공항에서 보안 검색에서 승객의 등급을 분류하는 문제를 다루었다. 모든 승객과 수화물을 전수 검사하는 것은 비용 효과가 없으므로 각 승객을 보안 등급으로 분류하여 등급별로 검색의 방법을 달리한다. 이때 검색에 들어가는 예산의 제약 하에서 보안을 최대화하는 승객 등급 산정을 배낭문제와 비슷한 정수계획법 수리모형 식으로 제안하고 휴리스틱 해법을 제시하였다. McLay의 2인[48]은 공항의 보안 검색 문제를 실시간 동적 문제로 확장하였다.

Gaonkar 와 Viswanadham[33]은 공급사슬에서 구조의 변화 없이 어떤 경제 변수가 심하게 변하는 변화 상황과 구조가 자체가 변하는 붕괴의 두 가지 상황에서 각각의 위험 관리 모형을 정량적으로 제시하였다.

먼저 변화 상황에서 운영비용을 최소화하는 파트너를 선택하기 위한 2차 정수 계획법 모형을 제시하였고 붕괴 상황에서 공급 부족을 최소화하는 파트너 선택을 위한 혼합 정수 계획법 모형을 제시하였다. Stewart와 Mueller[53]은 항공기의 보안을 강화하기 위한 방법으로 조정실 출입문의 보안 강화안과 항공기 안전 요원 강화 안의 비용-효과 비교 분석을 실시하였다. Barnes와 Oloruntoba [30]은 항만, 선박운영, 공급사슬상에서 발생하는 위험 관리의 어려움을 조사하고 공급사슬의 위험과 약점을 인식하고 관리하는 중요성을 언급하였다. 구체적인 방법론을 제시하지 않고 개념적인 설명위주로 연구하였다. Gkonis와 Psarafitis[34]는 컨테이너가

이동하는 두 항구 간에 컨테이너 검색 장비를 누가 투자해야 하는가의 문제를 두 항구간의 게임 문제로 모델링 하였다. 현재 외국의 항구에서 미국의 항구로 수송하는 경우에 100% 검색을 해야 한다는 주장이 강하지만 게임 이론에 의하여 평가해보면 검색 시설의 투자비와 위험 수송물의 발생 확률에 따라서 최적 균형점이 달라 질 수 있음을 예시하였다. O'Connell[49]는 미국이 주도하고 있는 C-TPAT제도에 대하여 소개하고 C-TPAT에 내포된 문제점을 비판하였다. 그들에 의하면 C-TPAT에 참여한 기업의 공급 사슬의 위험도가 오히려 증가할 수 있고 C-TPAT에 보안 표준이 부족하며 화물에 대한 잘못된 라벨이나 정보가 전달되고 있다고 한다. 그들은 대안으로 C-TPAT를 위험 관리 시스템을 도입해야 한다고 주장하였다. Jacobson 외 2인[38]은 공항 검색에서 경직된 보안 프로그램은 테러리스트들이 보안의 허점을 쉽게 찾을 수 있으므로 보안 프로그램이 환경에 유연하게 대응하도록 설계해야 한다고 주장하였다. Lee와 Whang[43]은 TQM (Total Quality Management)에서 추구하는 저비용의 높은 품질 개념을 저비용의 높은 공급 사슬 보안이라는 개념으로 확대하였다. TQM에서 사용하는 품질 개선 운동을 보안 계획과 비교 하였다. 그들은 싱가포르의 기업이 미국으로 수출하는 경우 TQM의 개념에 의해서 비용을 줄이면서 보안을 높일 수 있음을 예시하였다.

Kim 외 3인[41]은 컨테이너 보안을 위해서 RFID모듈을 컨테이너 내 외부에 장착하였다. 이를 통해 컨테이너 내부 네트워크와 컨테이너 외부 네트워크를 구성하고 컨테이너 감지, 데이터베이스 관리, 시스템 관리로 구성된 지능형 컨테이너 네트워크를 설계하고 현장 테스트를 실시하였다. Pai 외 3인[50]은 공급 사슬의 위험을 분석하기 위해서 페이지안 네트워크를 이용할 것을 고려하였다. 아주 작은 공급 사슬에 대하여 위험도를 평가한 예시를 보여 주면서 평가 네트워크가 대단히 커질 수 있음을 지적하였다. 따라서 실제 문제에서 유용할 지는 아직 판정할 수 없다고 하였다. Jacobson 외 3인[39]은 공항의 수하물 검색대가 존재할 때 각 검색대에 배정할 수하물을 결정하는 문제를 정수계획법으로 모형화하고 CPLEX에 의해서 해결한 예를 제시하였다. Li와 Ye[44]는 공급사슬의 보안을 향상시키기 위한 6단계의 절차를 제시하였다. Foroughi외 2인[32]는 공급사슬의 공급자 측면에서의 위협 요소를 분석하고 이를 예방하기 위한 방법론으로 예측 개선, 단일 공급자대복수 공급자의 선택, 위협의 공유, 정보의 공유, 공급자와의 협력, 유연한 공급자 관계와 위협 예방을 거론하였다. Helmick[36]은 항만과 해운에서 보안 문제에 대한 연구 방향에 대하여 조사하였다. 해운 분야에서의

여러 가지 보안 규정과 이를 만족시키기 위한 기술적인 분야의 연구가 필요하며, 강화된 항만의 보안 규정을 지키면서 물류비용을 절감할 수 있는 방법 등이 개발되어야 한다고 주장하였다. 좀 더 상세하게는 국가 간 협조 문제, 이해 당사자의 참여, 위험 요소에 대한 연구 개발, 전체 공급 사슬상의 복합 수송 분야, 보안 비용 평가 등이 더 연구되어야 할 분야라고 지적하였다. Lee외 2인[42]는 공항의 보안 문제에 대한 경영과학 분야의 문헌 연구를 실시하였다. 그들에 의하면 승객과 수화물 검색문제, 탁송화물 검색 문제, 보안성과의 측정 문제, 승객과 수화물 검색의 성공률 분석, 승객과 수화물 검색 설계 문제 등이 많이 연구되고 있다고 분석하였다. 항공기 보안과 관련된 연구 방향을 설정하는데 유용한 논문으로 평가된다. Bagheri[29]는 철도 수송하는 위험물에 대한 위험 분석을 사례 연구로 다루었다. 방법론으로는 FTA(Fault Tree Analysis)와 ETA(Event tree Analysis)를 사용하였다.

Lin외 2인[45]는 대 테러 보안 요원들의 일정계획 문제를 M/G/1 대기행렬로 모델링 했다. 일정계획의 정책으로 랜덤, 선입선출, 후입선출 및 휴리스틱을 제시하여 비교 분석하였다. Kanafani와 Huang[40]은 수송 네트워크의 신뢰성에 대하여 연구하였다. 먼저 네트워크의 구성 요소를 여러 기관이 공유 관리하는 경우와 한 기관이 독점 관리하는 경우로 나누었다. 공유 관리하는 경우에는 네트워크의 신뢰성은 비용-효과가 높은 기관에 의해서 결정되고, 독점 관리의 경우에는 비용-효과가 나쁜 약한 구성 요소에 의해서 결정되는 경향이 있다. 이를 효용 함수를 이용하여 분석하고 공유 관리의 경우 가장 우수한 기관에 예산을 집중하여 투자해야 하며, 독점 관리의 경우 모든 기관들이 가장 비용-효과가 낮은 기관의 수준으로 낮추게 됨을 보였다. Zhang과 Huang[56]은 공급 사슬 보안의 구조를 직렬 공정, 병렬 공정, 유통 공정, 조립 공정, 스위치 공정으로 분류하고 전체 공급 사슬을 이러한 공정들의 혼합체로 설명하고 위험을 분석할 수 있다고 주장하였다.

Urciuoli[55]는 공급 사슬 보안에 대한 방법론과 적용 분야에 대하여 연구하였다. 먼저 물류를 6단계로 나누어 분류하고 보안 문제의 예방 가능 여부, 검출 가능 여부, 원상 복귀 가능 여부로 적용 대상을 분류하였다. 방법론으로는 정부 주도 보안 규정, 경영 전략, 보안 운영 방법, 보안 기기로 분류하였다. 각 방법론 별로 물류 6 단계에서 어떤 분야에 사용할 수 있는지를 상세히 분석하였다. Prentice[51]은 수송 보안의 직접적인 이익과 간접적인 이익을 정리하고 이를 정량적으로 분석할 경제학적인 기본 이론을 제시하였다. 수송 보안의 주요 이점은 자주권 보호, 테러 예방, 불법 행위 차단

및 개인 보안의 네 가지로 분류하였다. 그는 수송 보안의 이점은 단순히 안전한 사회를 만드는 것 이상이라고 주장하였다. Psarros 외 2인[52] 해양 보안에서 위협의 측정 단위에 대하여 연구하였다. 여러 가지 기준이 가능하지만 인명을 구조하는 비용과 관련된 정량적 단위가 적절하다고 판단했으며 판단 기준으로는 실제 가능한 최소한의 위험도와 삶의 지수를 혼용하여 사용하는 것이 적절하다고 주장하였다.

### 3. 국내연구

한국해양수산개발원의 최재선 [21][22]등이 연구한 “국가 물류보안 체제 확립방안 연구(I)와 (II)”에서 세계 각국의 물류보안 체제를 분석하고 우리나라의 물류보안 체제의 문제점을 지적한 후 앞으로의 물류 체제에 대한 정책 방향을 제시하였다. 각국의 물류보안 체제에 대한 상세한 조사와 현황을 잘 정리하여 물류보안을 연구하는 연구자들의 기본 연구 자료로서의 가치가 충분하다. 이 연구의 결론은 물류보안 관련 법안과 물류 인증제도의 도입을 강조하고 있다. 김수엽 외 2인[4]는 물류보안이 강화되는 시대상황에서 항만물류보안산업의 발전 방향을 연구하였다. 그들은 X-ray 스캔, 전자봉인, RFID 및 GPS를 활용한 화물추적, 통관자동화, 운송수단 추적, 정보 보안용 솔루션 등의 수요가 증가할 것으로 지적하였다. 서상범 외 2인[8]은 공급사슬 보안이 여러 참가주체들의 협조가 필요한 사업으로 자신들이 수행해야 할 활동의 유형을 쉽게 검색할 수 있는 데이터베이스 시스템을 제시하였다. 영세한 기업들에게 국제적인 공급사슬 보안 활동을 쉽게 참조할 수 있는 기반을 제시한 연구로 평가된다. 신용희[9]는 개별 기업이 공급사슬상의 위협 문제를 해결하기 위해 일반적인 위기관리 기법을 분석하여 무역 프로세스에서 발생하는 정보를 관리하는 의사결정시스템의 개념을 제안하였다. 유승균과 이승영[15]는 국제물류에서 컨테이너에 RFID를 이용한 전자 봉인을 도입하기 위한 방법론을 연구하였다. 전자 봉인을 도입의 장애 요인과 그 극복 방안을 제시하였다. 최혁준[25]는 물류보안 리스크 관리 방안에 대한 국내의 동향과 우리나라의 물류보안 제도 문제점을 지적하였다. 이기희[17]은 물류보안을 강화하기 위한 방법으로 관세 분야의 물류보안 인증제도에 대한 현황을 조사하고 우리나라 물류보안 인증제도의 방향을 제시하였다. 이기희[18]은 보세 업무에서 물류보안을 강화하기 위해서 우리나라에만 존재하는 보세사 자격제도의 개선안을 제시하였다. 최준호와 강진욱[24]는 미국의 보안 강화법을 주요

내용을 소개하고 그에 따른 우리의 대응 방안을 제도적 차원에서 제시하였다. 허은숙[27]은 미국의 물류보안규범인 CSI, 24-hour rule, C-TPAT을 소개하고 국내 수출업자와 선사의 대응방안을 제시하였다. 이운영[19]는 물류보안제도의 강화가 수출업무에 미치는 영향에 대한 설문 조사를 통한 통계적 분석을 실시하였다. 그들의 연구에 의하면 물류보안 규범의 실시와 상관없이 해운서비스의 전문성이 안정성에 영향을 미치며 보안 규범의 실시가 해운서비스 품질에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 수입업자의 입장에서 분석한 외국의 연구 결과와 수출업자의 입장인 우리나라 기업의 인식차이에서 발생하는 것으로 유추된다고 했다. 이재광 외 3인[20]은 e-seal을 도입했을 때의 수출입 물류에 대한 비즈니스 프로세스의 재설계 방안을 제시하였다. 이 연구에서는 e-seal에 대한 기계물리적인 특성 연구보다 e-seal이 도입되었을 때의 효율적인 수출입 업무 방식에 대한 개념 설계를 중심으로 하였다. 안재진[11][12]는 AEO (Authorized Economic Operator)의 세계 각국의 도입사례를 조사하고, 각국의 AEO 상호 인정 추진 현황을 정리하였다. 각국의 세관들이 상호 신뢰와 협조 속에 AEO를 서로 승인하는 추세에 맞추어 우리나라도 강화된 보안기준을 설정하고 다른 나라와의 AEO 인정 협정을 조속히 실현해야 함을 강조하였다. 양정호와 명창식[13]은 ISPS Code의 주요 내용을 조사하고 국제해상보안규정의 시행 시 발생할 문제에 대한 주요 쟁점을 정리하였다. 목진용[6]은 미국이 주도하는 C-TPAT와 AEO의 물류보안 기준을 비교하고 C-TPAT의 보안기준이 AEO의 보안기준과 차이가 크지 않고 싱가포르가 C-TPAT을 모델로 보안기준을 제정한 것을 예로 들었다. 우리나라가 도입해야 할 물류보안 기준으로 국제적인 보안 기준을 준용할 것을 제안하였다. 안재덕과 이익욱[10]은 우리나라 물류보안 제도의 개선방안을 AHP(Analytic Hierarchy Process) 분석을 이용하여 도출하였다. 그들은 중요한 문제점으로 지적된 물류보안제도를 가장 먼저 개선해야 한다고 주장하였다. 서상범과 김혜진[7]은 수출입 업무에 중점을 물류보안으로부터 탈피하여 공급사슬 전체에서 일관된 물류보안체계를 도입해야 한다고 주장하였다. 이를 위해서 국제 물류보안 활동에 대한 데이터베이스를 구축하고 기업이 쉽게 이용할 수 있는 기반을 제공해야 한다고 주장하였다. 최혁준과 최문성[26]은 한국수출업체들을 대상으로 물류보안 인식에 대한 설문조사를 실시하였다. 한국 기업들은 국제 물류보안의 환경 변화에 대하여 알고 있으나 제도에 대한 구체적인 이해도는 낮은 것으로 나타났다. 물류보안에 대한 대응이 필요성은 인식하고 있지만 아직 대응책은

수립하지 못하고 있는 것으로 분석되었다. 남택삼[5]는 항만물류에서의 해상안전 및 보안제도에 대한 규범을 조사하고 국제규범 적용상의 문제점 및 개선사항을 제시하였다. 강유성 외 2인[2]는 컨테이너용 RFID 장치의 국제 표준화 현황을 조사하고 전자봉인장치와 컨테이너 보안 장비의 특성에 대하여 조사하였다. 최준호[23]은 AEO, C-TPAT, ISO 등의 물류보안제도를 비교하였다. WCO 주도의 세계적 통일규칙이 이상적이고 각국의 이해가 달라서 어렵겠지만 보안 강화의 측면에서 효율적이라고 평가하였다. 이강근과 마순덕[16]은 AEO가 기업에게 생소하고 어렵게 여겨지는 점을 지적하고 AEO의 위험 관리와 6시그마 활동을 비교하여 유사점을 제시하였다. 그들은 6시그마에 익숙한 국내 기업들에게 AEO의 인증을 위한 위험 관리활동을 6시그마 전개방법과 접목하겠다고 주장하였으나 실제 기업에 적용하지는 않았다. 황의찬과 민정웅[28]은 인천항의 물류보안에 대한 설문 조사를 AHP로 분석하였다. 전반적인 보안 관리 수준은 양호하다고 평가했으며 일부 항목에서 보안 강화가 필요하다고 지적하였다. 김정태

와 오중산[3]은 중국에 진출한 4개의 자동차 부품 제조업체들이 공급사슬상의 위협에 대처하는 방법을 조사하고 비교하는 탐색적 사례 연구를 제시하였다. 오지수 외 2인[14]는 위협을 전으로 위협간의 영향을 가지로 표시하는 위험 네트워크를 이용하여 위협을 탐지하고 위협을 평가하는 기법을 제시하였다. 강성민[1]은 증가하는 e-SCM에서 요구되는 전자보안에 대하여 연구하였다. 그는SSL(Secure Socket Layer), WTLS (Wireless-Transfer Layer Security), S-HTTP, 인증키, 접속 통제와 같은 보안관련 정보 기법을 정리하였다.

#### 4. 연구 방향 분석

연구 방향을 분석하기 위하여 각 연구 논문들의 연구 주제, 연구와 관련된 보안 규정 및 사용된 연구 방법을 조사하였다. 그 결과를 국내외 논문별 연도별로 정리한 것이 <표 1>과 <표 2>이다. <표 2>를 살펴보면 국내 연구에서는 국제 보안 규범의 소개, 대응 방안 또는 보안 제도 도입 방안에 대하여 주로 연구하고 있다.

<표 1> 연도별 국외 연구 논문

논문	발행일	연구 주제	보안 규정	연구 방법
Pai[50]	2003	위험 관리	-	베이지안 네트워크
Barnes[30]	2005	보안 제도	ISPS code, C-TPAT, CSI	보안 제도 관리
Lee[43]	2005	위험 관리	-	TQM
Jacobson[39]	2005	공항 검색	-	OR:정수계획법
McLay[46]	2006	공항 검색	ATSA	OR:정수계획법
Foroughi[32]	2006	위험 관리	-	위험 관리 절차
Zhang[56]	2006	보안 구조	-	신뢰성 공학
McLay[47]	2007	공항 검색	ATSA	OR:정수 계획법
Gaonkar[33]	2007	위험 관리	-	OR:정수 계획법
Guerrero[35]	2008	항구 폐쇄 시 대응	-	정보시스템 설계
Stewart[53]	2008	공항 보안	-	비용-효과 분석
Kim[41]	2008	보안기기	C-TPAT, CSI	보안기기 설계
Li[44]	2008	위험 관리	C-TPAT, CSI	위험 관리 절차
Helmick[36]	2008	보안 제도	전반적	보안 제도 관리
Lee[42]	2008	공항 검색	ATSA	OR: 연구동향 조사
Prentice[51]	2008	보안의 경제성	-	경제성 분석
Boros[31]	2009	보안기기	-	OR:선형계획법
Ukkusuri[54]	2009	수송 네트워크 관리	-	OR:네트워크 이론
McLay[48]	2009	공항 검색	ATSA	OR:추계적 의사결정
O'Connell[49]	2009	보안 제도	C-TPAT	보안 제도 관리
Jacobson[38]	2009	공항 보안	ATSA	보안 제도 관리
Bagheri[29]	2009	위험 관리	-	FTA, ETA
Lin[45]	2009	보안 일정 계획	-	OR: 대기행렬
Psarros[52]	2009	위험 관리	전반적	비용-효과 분석
Hintsal[37]	2010	보안 제도	전반적	보안 제도 관리
Gkonis[34]	2010	보안기기	C-TPAT	OR:게임 이론
Kanafani[40]	2010	수송 네트워크 관리	-	효용 함수
Urciuoli[55]	2010	공급 사슬 보안 전반	전반적	보안 제도 관리

<표 2> 연도별 국내 연구 논문

논문	발행일	연구 주제	보안 규정	연구 방법
강성민[1]	2004	보안 정보 시스템	-	정보 시스템 설계
신용호[9]	2006	위험 관리	전반적	정보 시스템 설계
최재선[21]	2006	보안 제도	전반적	보안 제도 관리
강유성[2]	2007	보안기기	ISO 18185	보안기기 설계
최재선[22]	2007	보안 제도	전반적	보안 제도 관리
최준호[24]	2007	보안 제도	C-TPAT, CSI	보안 제도 관리
남택삼[5]	2008	보안 제도	ISPS code	보안 제도 관리
목진용[6]	2008	보안 제도	ISPS code, C-TPAT, AEO	보안 제도 관리
안재진[11]	2008	보안 제도	AEO	보안 제도 관리
안재진[12]	2008	보안 제도	전반적	보안 제도 관리
양정호[13]	2008	보안 제도	ISPS code	보안 제도 관리
이기희[17]	2008	보안 제도	C-TPAT, AEO	보안 제도 관리
이운영[19]	2008	보안 제도	C-TPAT, CSI	설문 조사
이재광[20]	2008	보안기기	-	프로세스 설계
최준호[23]	2008	보안 제도	AEO	보안 제도 관리
허은숙[27]	2008	보안 제도	C-TPAT, CSI, 24-Hour	보안 제도 관리
김경태[3]	2009	위험 관리	-	탐색적 사례 연구
김수엽[4]	2009	보안 제도	전반적	보안 제도 관리
서상범[7]	2009	보안 제도	ISO28000	보안 제도 관리
서상범[8]	2009	보안 정보 시스템	C-TPAT, AEO	정보 시스템 설계
유승관[15]	2009	보안기기	-	보안기기 설계
이기희[18]	2009	보안 제도	AEO	보안 제도 관리
황의찬[28]	2009	보안기기	-	AHP
오지수[14]	2010	위험 관리	-	OR :네트워크 이론
이강군[16]	2010	위험 관리	AEO	6시그마
최혁준[25]	2010	보안 제도	전반적	보안 제도 관리
최혁준[26]	2010	보안 제도	C-TPAT, CSI, ISO28000	설문 조사
안재덕[10]	2010	보안 제도	ISPS code, ISO28000	AHP

이는 우리나라의 경우 수출을 하는 기업이 수입국이나 국제기구가 제시하는 보안 규범에 대응하기 위해서, 국제 규범의 변화 추이, 대응 방안, 도입 방안 등을 주로 연구하는 것으로 판단된다. 반면에 <표 1>의 외국의 연구들은 수입국의 입장에서 실질적인 보안 강화 방법을 다양한 주제와 다양한 기법으로 연구하고 있다. 이를 정량적으로 알아보기 위해 국내의 연구들을 보안 규정, 연구 주제, 연구 방법 별로 발생 빈도를 정리하였다.

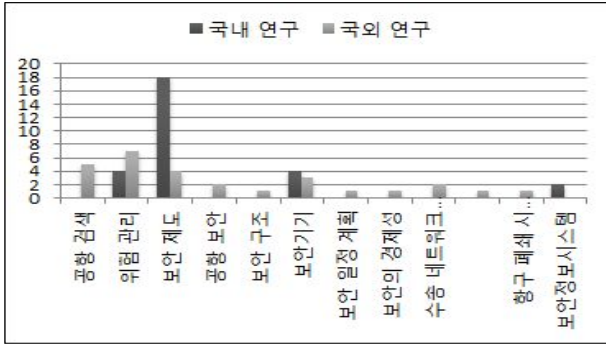
<표 3>은 보안규정을 다룬 국내의 연구를 정리한 것이다. 조사된 논문 수는 국내외 각각 28개이고 총 56개 논문이었다. 하나의 논문에서 여러 가지 보안 규정을 다루는 경우에는 복수로 합산하여 총 합계수가 논문의 수보다 많이 나왔다. 국외 연구의 경우에 보안 규정과 관계없는 논문들이 다수 이었다. 이는 공급 사슬 보안 규정의 소개 및 도입이 이미 진행되었음을 유추하게 된다. 보안 규정 중에는 C-TPAT와 ATSA에 대한 연구가 많이 이루어 졌다. 국내 연구의 경우에 보안 규정은 AEO, C-TPAT 및 전반적인 규정을 다룬 논문들이 다수였다. 이는 우리나라의 관심이 미국과 유럽으로의 수출 기업들의 보안 강화에 있기 때문으로 보인다. 국내 연구는 ATSA를 다루는 논문이 한건도

없었다. 이는 미국의 경우 공항 검색을 중요시한다는 점을 유추할 수 있으며 우리나라도 공항 검색에 관한 연구가 진행될 가능성이 높다고 판단된다. 반면에 ISO와 관련된 연구는 국내에서는 있었으나 국외에서는 찾아보기 힘들었다.

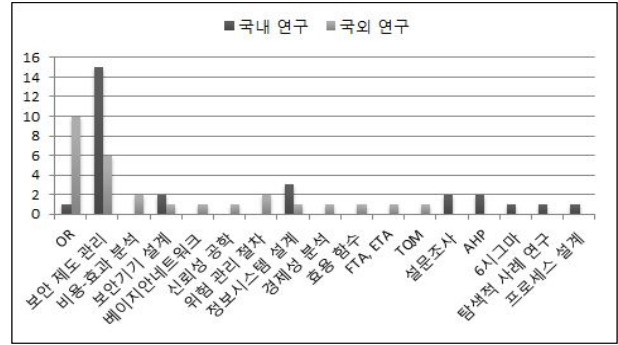
<표 3> 국내외 연구들의 관련 규정 분류

한 논문에서 여러 규정을 다루는 경우 복수로 누계.

보안규정	국내 연구	국외 연구	합계
AEO	7	0	7
C-TPAT	7	5	12
전반적	6	4	10
무관	6	14	20
CSI	4	3	7
ISO	4	0	4
ISPS code	4	1	5
24-hour	1	0	1
ATSA	0	5	5
합계	39	32	71



<그림 1> 국내외 연구들의 연구 주제 분류



<그림 2> 국내외 연구들의 연구 방법 분류

<표 1,2,3>에 지시된 논문들을 국내외 연구 주제를 정리한 것이 <그림 1>에 제시되었다. 국내 연구의 경우 연구의 주제가 주로 보안 제도자체를 소개하는 논문이 다수였다. 반면에 국외 논문들의 연구 주제는 공항의 검색, 공항 보안, 공항 보안 강화와 관련된 연구가 많이 진행되었다. 따라서 국내 연구도 보안 제도의 도입이후에는 보안 자체에 대한 여러 가지 연구가 진행될 것으로 기대된다.

<표 1,2,3>의 논문들이 사용한 연구의 방법은 <그림 2>에 정리되어 있다. 국외 연구들은 단순한 보안 규정의 소개가 아닌 정량적인 분석을 이용한 연구가 많이 진행되고 있다. 특히 OR을 이용한 논문들이 다수였다. 이는 실제 문제에 기반을 둔 물류 보안 문제를 정량적으로 다루고 있다는 의미이다. 반면 국내 연구는 주로 여러 가지 공급 사슬 보안 제도를 소개하고 도입하는 방안을 다루고 있다. 실제 연구 내용들을 살펴보면 정성적으로 장단점을 비교하거나 보안 제도의 정책적인 도입 방안을 서술하는 연구들이 다수였다. 그러나 2009년 이후부터는 국내 연구에서도 정보 시스템의 구축, 네트워크 이론, AHP 등 정량적인 연구들이 시작되고 있다. 이와 같은 정량적인 연구들은 향후 더욱 증가할 것으로 기대된다.

각 논문에서 단순 재해나 비의도적 사고가 아닌 테러에 대비한 공급 사슬의 보안에 대하여 다룬 논문을 선별해 보았다. 모든 논문들이 조금씩은 테러 문제와 관련이 있고 보안 제도를 다룬 논문들은 구체적인 테러 방지책이 아닌 포괄적인 제도와 규정만을 다루고 있어서 연구 주제가 테러 방지책에 중점을 둔 논문들만 분류하였다. 그 결과는 <표 4>와 같다. 국내 논문에서는 대테러와 관련된 논문으로 분류된 논문들이 없었으며 국외 논문들 중에는 8개 논문이 테러를 대비한 연구 논문들이었다.

국내의 연구들을 비교해보면 다음과 같이 요약된다.

우리나라에 공급 사슬 보안 규정의 보급이 확산되고 잘 알려지면 보안 규정의 도입과 관련된 연구 수요는 축소될 것으로 예측된다.

연구 주제는 현재 공급 사슬 보안 규정을 대상으로 한 국내 연구는 점차 축소될 것으로 예측되며 공급 사슬상의보안이나 위험 관리에 관한 연구가 필요할 것으로 판단된다. 예를 들어 공항의 보안 및 검색, 항만의 보안, 공급 사슬의 위험 관리와 같은 연구가 필요할 것으로 보인다.

<표 4> 테러에 대비한 연구 논문

<표 1, 2>에서 테러에 대비한 논문만 선별.

논문	발행일	연구 주제	보안 규정	연구 방법
Jacobson[39]	2005	공항 검색	-	OR:정수계획법
McLay[46]	2006	공항 검색	ATSA	OR:정수계획법
McLay[47]	2007	공항 검색	ATSA	OR:정수 계획법
Stewart[53]	2008	공항 보안	-	비용-효과 분석
Lee[42]	2008	공항 검색	ATSA	OR: 연구동향 조사
McLay[48]	2009	공항 검색	ATSA	OR:추계적 의사결정
Jacobson[38]	2009	공항 보안	ATSA	보안 제도 관리
Lin[45]	2009	보안 일정 계획	-	OR: 대기행렬

연구 방법으로는 정성적이고 서술적인 연구에서 특정한 보안 문제와 이를 수리 모형화한 연구가 필요할 것으로 판단되며 네트워크 이론, 신뢰성 이론, OR등을 활용한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 5. 결 론

2000년대 초반에 발생한 미국의 9.11테러 이후 강화된 국제 공급 사슬 보안 규정은 개별 기업의 공급사슬 관리에도 영향을 주고 있다. 미국과 유럽 연합 및 국제 기구들이 국가 간에 이동하는 물자들에 대한 보안을 강화하고 수출입을 하는 기업들은 이러한 보안 규정을 따르거나 인증을 받아야 한다. 지난 10년간의 보안 강화 조치에 대한 국내외 연구 결과들을 분석하여 향후 필요한 연구 추세를 알아볼 필요가 있다. 본 연구에서는 공급 사슬보안과 관련된 연구 결과물들을 문헌 조사하여 국내외 연구 성과들을 비교하고 향후 공급사슬 분야의 연구추세를 살펴보는 것을 연구 목표로 한다.

먼저 국내외 연구 결과들을 문헌 조사하였다. 각각 30여 편의 국내외 연구 논문을 수집하였다. 수집된 논문들은 연도, 연구 주제, 보안 규정, 연구 방법이 무엇이었는지 조사하였다. 그리고 국내외 논문별로 보안 규정, 연구 주제, 연구 방법의 빈도수를 정리하였다.

국외 연구의 경우에는 보안 규정과는 무관한 연구가 많았다. 보안 규정의 도입이나 분석보다는 공급 사슬 보안 자체의 주제 공항이나 항만의 보안과 같은 주제에 많은 비중을 두었다. 연구 방법으로는 구체적인 주제에 대한 수리적 분석과 OR을 이용한 해법 개발이 많은 사용되었다.

국내 연구의 경우에는 AEO, C-TPAT와 같은 보안 규정을 많이 다루고 있었다. 연구 주제로는 보안 규정의 분석과 도입 방안에 대하여 많은 연구가 이루어지고 있다. 연구 방법으로는 보안 규정 도입 방안과 관련된 서술적인 연구가 많이 진행되고 있었다.

우리나라의 공급사슬분야에서 국제적인 보안 규정이 도입되고 안정화된다면 국내의 연구도 보안 규정의 도입과 같은 초기 연구를 넘어서서 보안 자체의 강화 방법에 대하여 연구할 필요가 있다고 판단된다. 유망한 연구 분야로는 공항의 검색 강화 시스템, 항만의 보안 관리, 컨테이너의 보안 강화와 같은 분야에서 기기의 개발 및 운영 방안의 개선과 같은 분야에서 연구 수요가 있을 것으로 기대된다.

## 6. 참 고 문 헌

- [1] 강성민 "Designing the Organizational E-Security Framework for E-Supply Chain Management." *Entrue Journal of Information Technology*, 3 (1) (2004): 26-40.
- [2] 강유성, 김호원, 정교일. "화물 컨테이너 보호를 위한 RFID 보안장치 기술 동향." *한국통신학회지(정보와 통신)*, 24 (11) (2007): 43-50.
- [3] 김정태, 오중산. "구매업체로부터 유래되는 공급사슬 위험 관리." *국제경영리뷰*, 13 (3) (2009): 47-74.
- [4] 김수엽, 최종희, 김찬호. *항만물류보안산업의 발전방안 연구*: 한국해양수산개발원, (2009).
- [5] 남택삼. "항만물류에 있어 해상안전·보안제도." *해양비즈니스 (해양비즈니스 제11호)* (2008): 111-137.
- [6] 목진용. "우리나라 물류보안기준 설정 방안." *월간 해양수산*, 280 (0) (2008): 5-26.
- [7] 서상범, 김혜진. "일관물류보안체계 구축의 필요성과 시스템적 접근법." *철도저널*, 12 (5) (2009): 25-30.
- [8] 서상범, 이정운, 김혜진. "국가물류보안체계 고도화를 위한 물류보안표준참조모델 구축." *한국물류학회지*, 19 (2) (2009): 71-90.
- [9] 신용호. "국제 공급망 환경의 안전 및 리스크 관리 - 항만 물류 분야를 중심으로." *한국물류학회지*, 16 (4) (2006): 181-210.
- [10] 안재덕, 이기욱. "우리나라 물류보안의 문제점 개선 방안 제안 및 분석." *한국콘텐츠학회논문지*, 10 (2) (2010): 352-360.
- [11] 안재진. "수출입물류보안(AEO) 프로그램의 세관간 상호인정 추진방안에 관한 연구: 주요 사례와 관
- [12] 세행정에 대한 시사점." *관세학회지*, 9 (3) (2008): 1-30. 안재진. "Supply Chain 보안프로그램의 도입과 세관간 상호인정." *한국관세학회 춘계학술대회* (2008):21-58.
- [13] 양정호, 명창식. "국제해상보안규정(ISPS Code)의 시행이 해상법에 미칠 영향." *한국무역상무학회지*, 37 (2008): 217-253.
- [14] 오지수, 심승배, 정봉주. "기업의 위기관리를 위한 위험관리 네트워크: 공급사슬위험을 중심으로." *대한산업공학회 춘계학술대회논문집*, (2010): 1-7.
- [15] 유승균, 이승영. "국제물류 전자봉인(E-Seal) 활성화 방안 연구." *e-비즈니스연구*, 10 (4) (2009): 211-230.
- [16] 이강균, 마순덕. "6시그마 기법을 통한 AEO공인제도의 위험관리절차에 관한 연구." *한국물류학회지*, 20 (2) (2010): 183-198.
- [17] 이기희. "글로벌 물류환경 변화에 대응한 물류보안



- 인증기준의 수립방향" 관세학회지, 9 (3) (2008): 51-71.
- [18] 이기희. "글로벌 물류보안 강화 경향에 따른 보세사 제도의 실효성 제고 방안." 관세학회지, 10 (3) (2009): 111-127.
- [19] 이운영. "미국물류보안제도가 우리나라 수출관습에 미친 영향." 국제통상연구, 13 (3) (2008): 197-215.
- [20] 이재광, 류옥현, 노성호, 최덕현. "수출입 물류의 E-Seal 적용 방안에 관한 연구." *Entrue Journal of Information Technology*, 7 (1) (2008): 131-139.
- [21] 최재선, 목진용, 황진희, 고현정. 국가 물류보안체제 확립방안 연구 (I), 한국해양수산개발원, (2006).
- [22] 최재선, 목진용, 황진희, 고현정, 김민수. 국가 물류보안체제 확립방안 연구 (II II), 한국해양수산개발원, (2007).
- [23] 최준호. "AEO제도 시행을 위한 주요 제도의 비교 연구." *사회과학연구*, 34 (2) (2008): 167-185.
- [24] 최준호, 강진욱. "무역안전을 위한 미국의 새로운 Security 강화법의 주요내용과 대응방안." *무역학회지*, 32 (3) (2007): 155-173.
- [25] 최혁준. "국제물류보안 강화에 따른 리스크 관리 방안." *한국비즈니스리뷰*, 3 (1) (2010): 1-26.
- [26] 최혁준, 최문성. "한국수출업체의 물류보안 인식에 관한 실태분석." *통상정보연구*, 12 (1) (2010): 375-400.
- [27] 허은숙. "미국물류보안규범이 우리나라의 공급망 참여자에 미치는 영향과 대응방안." *통상정보연구*, 10 (1) (2008): 217-236.
- [28] 황의찬, 민정웅. "AHP를 이용한 인천항 물류보안 평가에 관한 연구 -컨테이너 터미널을 중심으로." *해양정책연구*, 24 (1) (2009): 1-25.
- [29] Bagheri, M. "Risk Analysis of Stationary Dangerous Goods Railway Cars: A Case Study." *Journal of Transportation Security*, 2 (3) (2009): 77-89.
- [30] Barnes, P., R. Oloruntoba. "Assurance of Security in Maritime Supply Chains: Conceptual Issues of Vulnerability and Crisis Management." *Journal of International Management*, 11 (4) (2005): 519-540.
- [31] Boros, E., L. Fedzhora, P.B. Kantor, K. Saeger, P. Stroud. "A Large-Scale Linear Programming Model for Finding Optimal Container Inspection Strategies." *Naval Research Logistics*, 56 (5) (2009): 404-420.
- [32] Foroughi, A., M. Albin, M. Kocakulah. "Perspectives on Global Supply Chain Supply-Side Risk Management." *Proceeding of PICMET 2006*, 6 (2006): 2732-2740.
- [33] Gaonkar, R.S., N. Viswanadham. "Analytical Framework for the Management of Risk in Supply Chains." *Automation Science and Engineering, IEEE Transactions on*, 4 (2) (2007): 265-273.
- [34] Gkonis, K., H. Psaraftis. "Container Transportation as an Interdependent Security Problem." *Journal of Transportation Security*(2010): 1-15.
- [35] Guerrero, H., D. Murray, R. Flood. "A Model for Supply Chain and Vessel Traffic Restoration in the Event of a Catastrophic Port Closure." *Journal of Transportation Security*, 1 (2) (2008): 71-80.
- [36] Helmick, J. "Port and Maritime Security: A Research Perspective." *Journal of Transportation Security*, 1 (1) (2008): 15-28.
- [37] Hints, J. "A Comprehensive Framework for Analysis and Design of Supply Chain Security Standards." *Journal of Transportation Security*, 3 (2) (2010): 105-125.
- [38] Jacobson, S., A. Lee, A. Nikolaev. "Designing for Flexibility in Aviation Security Systems." *Journal of Transportation Security*, 2 (1) (2009): 1-8.
- [39] Jacobson, S.H., L.A. McLay, J.E. Kobza, J.M. Bowman. "Modeling and Analyzing Multiple Station Baggage Screening Security System Performance." *Naval Research Logistics*, 52 (1) (2005): 30-45.
- [40] Kanafani, A., J. Huang. "Securing Linked Transportation Systems: Economic Implications and Investment Strategies." *Journal of Transportation Security* (2010): 1-18.
- [41] Kim, S.J., D. Guofeng, S.K.S. Gupta, M. Murphy-Hoye. "Intelligent Networked Containers for Enhancing Global Supply Chain Security and Enabling New Commercial Value." *International Conference on Communication Systems Software and Middleware and Workshops* (2008): 662-669.
- [42] Lee, A., A. Nikolaev, S. Jacobson. "Protecting Air Transportation: A Survey of Operations Research Applications to Aviation Security." *Journal of Transportation Security*, 1 (3) (2008): 160-184.
- [43] Lee, H.L., S. Whang. "Higher Supply Chain Security with Lower Cost: Lessons from Total Quality Management." *International Journal of Production Economics*, 96 (3) (2005): 289-300.
- [44] Li, T., Q. Ye. "New Thoughts About Supply Chain Security after 9-11 Terrorist Attack." *IEEE International Conference on Service Operations*

- and Logistics, and Informatics 2 (2008): 2397-2400.
- [45] Lin, K.Y., M. Kress, R. Szechtman. "Scheduling Policies for an Antiterrorist Surveillance System" *Naval Research Logistics*, 56 (2) (2009): 113-126.
- [46] McLay, L.A., S.H. Jacobson, J.E. Kobza. "A Multilevel Passenger Screening Problem for Aviation Security." *Naval Research Logistics*, 53 (3) (2006): 183-197.
- [47] McLay, L.A., S.H. Jacobson, J.E. Kobza. "Integer Programming Models and Analysis for a Multilevel Passenger Screening Problem." *IIE Transactions*, 39 (1) (2007): 73-81.
- [48] McLay, L.A., S.H. Jacobson, A.G. Nikolaev. "A Sequential Stochastic Passenger Screening Problem for Aviation Security." *IIE Transactions*, 41 (6) (2009): 575-591.
- [49] O'Connell, J. "C-TPAT: Major Challenges." *Journal of Transportation Security*, 2 (4) (2009): 137-147.
- [50] Pai, R.R., V.R. Kallepalli, R.J. Caudill, Z. M. Chu. "Methods toward Supply Chain Risk Analysis." *Proceeding of IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 5 (2003): 4560-4565.
- [51] Prentice, B. "Tangible and Intangible Benefits of Transportation Security Measures." *Journal of Transportation Security*, 1 (1) (2008): 3-14.
- [52] Psaros, G., R. Skjong, M. Eide. "The Acceptability of Maritime Security Risk." *Journal of Transportation Security*, 2 (4) (2009): 149-163.
- [53] Stewart, M., J. Mueller. "A Risk and Cost-Benefit Assessment of United States Aviation Security Measures." *Journal of Transportation Security*, 1 (3) (2008): 143-159.
- [54] Ukkusuri, S., W. Yushimito. "A Methodology to Assess the Criticality of Highway Transportation Networks." *Journal of Transportation Security*, 2 (1) (2009): 29-46.
- [55] Urciuoli, L. "Supply Chain Security-Mitigation Measures and a Logistics Multi-Layered Framework." *Journal of Transportation Security*, 3 (1) (2010): 1-28.
- [56] Zhang, C., P. Huang. "Supply Chain Risk by Structure." *Proceeding of IEEE International Conference on Service Operations and Logistics and Informatics* (2006): 300-303.

## 저 자 소 개

### 양 병 학



서울대학교 산업공학과에서 학사, 석사 및 박사학위를 취득하였다. 현재 강원대학교 산업정보시스템공학과 교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 물류관리, 공급사슬관리이다.

주소: 경기도 성남시 수정구 강원대학교 산업공학과