

수량유연계약을 활용한 공군 피복 공급사슬관리 개선방안 연구

이승범, 문성암, 최경환*
국방대학교 국방관리대학원 국방관리학과

A Study on the Improvement of Supply Chain Management for Air Force Combat Uniform using Quantity Flexibility Contract

Seung-Bum Lee, Seong-Am Moon, Kyung-Hwan Choi*
The Department of Defense Management, Korea National Defense University

요약 코로나19, 911 테러, 2차 세계대전 등과 같은 저빈도 고충격(LFHI, Low-Frequency-High-Impact) 현상은 공급사슬에 많은 변화를 일으킨다. LFHI 뿐만 아니라 혁신 제품군이나 계절성 제품군들은 높은 수요의 불확실성으로 공급과 수요를 공급사슬 구성원들의 성과를 만족하면서 통제 가능한 범위 내로 조정하기는 어려운 과제이다. 계약 이후 단기간의 수요를 관측한 후 구매자는 최소구매 약정량과 공급자 최대 생산 약정량 사이에서 최초의 도매가로 자유롭게 구매가 가능한 계약형태인 수량유연계약을 통해 공급사슬의 이익을 최대화하기 위한 연구들이 있었다. 한편 공군 피복 공급사슬은 다양한 치수, 신분별 다양한 복제, 고객의 다양한 기호, 다양한 지역 분포, 수시 복제 정책 변경 및 품질개선, 다양한 소규모 다수 공급업체로 관리에 어려움을 많이 겪고 있다. 본 연구에서는 계약 기간 중에 수요를 추가로 관측하여 구매 수량을 조절이 가능한 수량유연계약을 활용하여 관리가 어려운 공군 피복 공급사슬을 개선하는 관리방안을 제안했다. 제안한 관리방안은 타군 뿐만 아니라 다양한 불확실성이 존재하는 국방조달분야에 적용이 가능하다는 점에서 의의가 크다.

Abstract Low-frequency-high-impact (LFHI) phenomena, such as COVID 19, the 911 terrorist attacks, and the Second World War, cause many changes in the supply chain. In addition to LFHI, innovation and seasonal products are challenging to adjust supply and demand to within controllable limits while satisfying the performance of the supply chain members due to high demand uncertainty. After observing the short-term demand since the contract, there have been studies to maximize the profits of the supply chain through quantity-flexible contracts, in which buyers can freely purchase at the first wholesale price between the minimum purchase commitment and the maximum supplier production commitment. On the other hand, the Air Force's supply chain has many difficulties managing various small suppliers, including the dimensions, customer preferences, regional distributions, frequent changes in replication policy, and quality improvement. This paper proposes a management plan to improve the air force cladding supply chain, which is difficult to manage using a quantity flexible contract that can further monitor demand and adjust the purchase quantity during the contract period. The proposed management measures are significant because they can be applied to the Army, Navy, and the defense procurement sector, where various uncertainties exist.

Keywords : Combat Uniform, Low-Frequency-High-Impact (LFHI), Quantity Flexibility Contract, Supply Chain Management, Supply Contract

*Corresponding Author : Kyung-Hwan Choi(Korea National Defense Univ.)
email: borita@hanmail.net

Received April 1, 2021
Accepted July 2, 2021

Revised May 3, 2021
Published July 31, 2021

1. 서론

코로나19, 911 테러, 2차 세계대전 등과 같은 저빈도 고충격(LFHI, Low-Frequency-High-Impact) 현상은 공급사슬에 많은 변화를 일으킨다[18]. 특히 고객의 수요는 경제적, 사회적 영향을 포함하여 모든 영역에서 급변한다. LFHI 뿐만 아니라 혁신 제품군이나 계절성 제품군들은 높은 수요의 불확실성으로 공급과 수요를 공급사슬 구성원들의 성과를 만족하면서 통제 가능한 범위 내로 조정하기는 어려운 과제이다.

공급사슬에서 구성원들은 자신들의 이익을 최대화하기 위해 노력한다[5,6]. 이런 공급사슬 구성원 각각의 이익 최대화를 위한 노력은 서로의 의사결정에 충돌을 일으킨다. 만약 공급사슬 내에서 정보의 흐름이 통합되어 상호 간의 의견이 조정되고 협력이 일어난다면 의사결정은 단일화되고 집중화되어 공급사슬관리에서 지향하는 시스템 전체 이익의 최적화를 달성할 수 있을 것이다. 이렇게 분권화된 공급사슬 의사결정 구조는 그대로 유지하면서 중앙 집중화된 통제 조정을 위한 메커니즘으로 다양한 공급계약이 제기되어 왔다[1].

공급계약의 대표적인 형태에는 구매자의 미판매 재고 전량에 대해 반품을 허용하지만 환불은 최초 도매 가격의 일부로 제한하는 방식인 바이백 계약(Buy back contract), 구매자가 판매된 제품에 대해 실현한 일부 수익을 공급업체와 공유하는 이익공유 계약(Revenue sharing contract), 수요 불확실성에 대비해 협의된 수량 범위 내에서 수요예측을 계약 기간에 한번을 추가 허용하는 수량유연계약(Quantity flexibility contract), 그리고 여러 계약을 동시에 체결하여 기대이익을 최적화하고 위험을 줄이는 포트폴리오 계약(Portfolio contract) 등이 있다[5].

한편 공군 장비들은 군 복무기간 중 장비의 부대생활에 필수적으로 소요되는 기본피복이나 특수 목적 수행요원에게 제한적으로 지급되는 특수피복을 개인별 신체 치수를 측정하여 초도지급과 보급지급으로 구분하여 수차례 지급기준에 따라 지급된 피복을 사용한다. 공군 피복 공급사슬관리 부서인 공군본부, 교육사령부, 군수사령부, 각 부대 등은 소요, 조달, 수령 및 검수, 재고, 폐기 등의 공급사슬을 효율적으로 관리하고자 노력하고 있다.

그러나 공군 교육사령부에서 보유 중인 3D 신체 측정장비를 이용하여 측정한 경우라도 개인의 취향에 따라 교환율이 10% 정도 발생하고, 상/하의 그리고 사이즈에 따라 24~37가지의 종류가 있으며, 병사에서 장교까지

신분 차이에 따른 복제가 다양할 뿐만 아니라 전국에 위치한 공군부대의 지역을 고려할 때 피복의 공급사슬관리는 쉽지 않은 것이 사실이다. 게다가 노후 및 복제개선이 수시로 발생함에 따라 피복의 소요제기부터 폐기에 이르기까지 피복의 공급사슬관리에 어려움을 가중시키고 있다.

본 연구에서는 수요가 불확실한 상황에서 계약기간 중에 추가 수요판단을 통해 공급량과 수요량의 불일치 양을 줄여 최종적으로 공급사슬 구성원들의 성과 달성이 가능한 수량유연계약을 소개하고, 이를 활용하여 수요나 공급 측면에서 다양한 불확실성이 상존하는 공군 장비들의 피복 공급사슬관리 개선방안을 Fig. 1과 같은 연구절차로 제안한다.

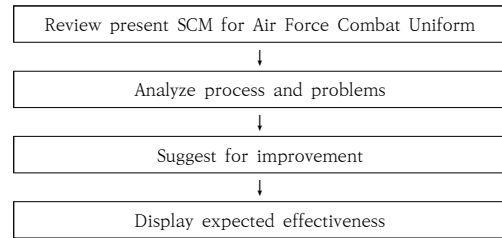


Fig. 1. Configuration of research model

2. 수량유연계약

공급자는 구매자가 주문한 초기 주문량을 발주하고, 공급 유연성을 감안하여 일정한 양의 차후공급을 보장하는 최대 생산량을 약속한다. 동시에 구매자는 차후 최소 발주량을 보장하는 최소구매량을 약속한다. 계약 이후 단기간의 수요를 관측한 후 구매자는 최소구매 약정량과 공급자의 최대 생산 약정량 사이에서 최초의 도매가로 자유롭게 구매가 가능한 계약형태를 수량유연계약이라고 한다.[1] 수량유연계약은 Fig. 2와 같은 순서로 주문과 배송이 이루어진다.

지금까지 수량유연계약에 관한 연구는 의류, 컴퓨터 산업, 전자기기 산업, 자동차 산업 등 비교적 기술진화가 빠르고 고객의 수요가 다양한 산업에서 연구되어왔다. 수량유연계약은 공급자에게는 미리 생산량을 계획하여 수요의 위험을 줄이고, 재고 부담을 줄여 이익을 준다. 반면 구매자에게는 주문량을 좀 더 정확히 예측하고 안전재고량을 보증함으로써 이익이 나타난다. 수량유연계약으로 공급자와 구매자에게 나타나는 이점은 Table 1과 같이 공급자와 구매자 측면에서 다양하게 고려해 볼 수 있다.

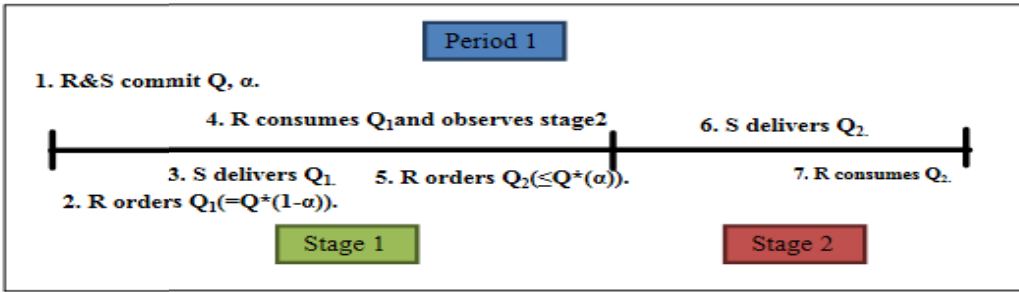


Fig. 2. The Sequence of events in Quantity Flexibility Contract

Tsay(1999)[1]는 구매자와 공급자 간의 보상에 관한 연구에서 시작한 수량유연계약은 이후 인센티브, 효율성 개선, 비능률의 원인 확인을 위한 방안들과 불확실한 수요 정보를 반영한 주문량 조정 과정을 상세히 분석했다.

Tsay와 Lovejoy(1999)[2]는 공급사슬 내의 다단계 시스템을 대상으로 공급사슬 전체의 총비용을 최소화하기 위해 재고관리와 유연성 간의 상관관계를 연구했다. Bicer와 Haspiel(2016)[9]은 수량유연이 공급과 수요의 불일치 현상을 줄여주고, 수량유연계약이 구매자에게 탈중개화 (disintermediation) 원인이 되는 공급과 수요의 불일치를 줄여주고, 시간이 지남에 따라 수요 정보를 정확하게 예측하는 상황에서 빠른 리드타임이 수량유연계약의 성과를 높이는데 도움이 된다고 했다. Miltenburg와 Pong (2007a, 2007b)[11,12]은 대부분 한 품목을 분석한 상황을 확장하여 다품목이 있는 산업에서 베이지안 추정 정보를 활용한 수량유연계약 모델을 제안했다. Milner와 Rosenblatt(2002)[13], Li 등(2021)[14]은 공급자와 구매자가 최적의 가격으로 최적의 보충전략을 확보할 수 있는 2개 기간 이상 동적모형을 제안했다. Sethi 등(2004)[19]은 다기간에 걸쳐 수량유연계약을 분석할

수 있는 RHC (Rolling Horizon Control) 방법을 활용하여 이전 다기간 수량유연계약 방법론을 확장했다.

2011년 이후 수량유연계약은 Li 등(2021)[14]의 용량예약계약, Brusset(2005)[20]의 최소구매계약 등과 비교하는 논문이 연구되기 시작했다. 더불어 수량유연계약과 혼합하여 성과를 더욱 배가되도록 했다. Xiong 등(2011)[8]은 바이백 계약과 수량유연계약이 혼합된 형태를 제안하여 각각의 계약보다 이익이 증가하고 위험을 할당할 수 있음을 보여주었다.

Lumsakul과 Luong(2013)[15]은 이익공유계약과 수량유연계약을 결합하여 이익공유계약의 성과보다 더 우수한 성과를 달성할 수 있음을 보여주었다. Heydari(2020)[10]는 외주(outsourcing)과 수량유연계약을 혼합하여 좀더 경제적으로 제품을 구매할 수 있는 모형을 제공했다. 기존 수량유연계약에 관한 주요 연구내용은 Table 2와 같다.

본 연구는 이론적으로만 제시되었던 기존연구와는 다르게 실제로 적용 가능분야를 제시했다는 점에서 차별성이 있다.

Table 1. Advantages to manufacturer and retailer in Quantity Flexibility Contract

Type of Industry	fashion corporation, computer firm, electronic industry, auto business
Advantages to manufacturer	migrates some of the demand risk downside progress the planning capacity drop the over stock burden rise the profit of supplier
Advantages to retailer	The buyer's order quantity more accordance with real demand rise the benefits of buyer get assurance for a specific safety buffer over estimated requirements share part of inventory and stock our cost burden with manufacturer get fill preservation on unsold but committed order quantity

Table 2. Literature review research

Researchers	Major contents
Tsay(1999)[1]	He characterizes the hints of QFC for the behavior and performance of two parties, and the supply chain as a whole.
Tsay & Lovejoy(1999)[2]	They provide senses of positioning flexibility for the greatest benefit, and how much to pay for it.
Miltenburg & Pong(2007a, 2007b)[11, 12]	They analyze the relationship between the demand and order quantities under the capacity constraints and no.
Milner & Rosenblatt(2002) [13]	They investigate how the duration of the first period and the second period affects the Profitability of the buyer.
Li et al.(2021) [14]	They compare two contracts and find conditions under which one dominates the other.
Lumsakul & Luong(2013) [15]	They demonstrate and compare the expected profit from composite and component contracts both RSC and QFC among supply chain members.

3. 공군 피복 공급사슬관리

공군은 장병들의 군 복무기간 중에 지급되는 의복 개인전투장구침구, 군장품류 및 군 일용품품을 포함하는 피복을 관리하고, 일반 장병들 대상으로 하느냐와 부대 임무 상 특수 목적을 수행하는 인원에 제한적으로 지급하느냐에 따라 기본피복과 특수피복으로 분류한다[공규 5-31]. 피복은 대상병력과 품목별 지급기준을 곱한 것에 운영수준을 더하고 현재 보유중인 재고량을 제외한 소요를 매년 산정하여 전년도에 예산을 반영한다. 여기서 대상병력은 최근 3개년간 실제 입영률을 고려하여 초도피복 지원인원을 산정하고, 전년 초도피복 지원인원으로 보충 피복을 산정하여 최종 소요량을 계산한다. 운영수준은 피복 재고고갈 방지를 위해 기본피복은 85일, 특수피복은 45일, 희소 사이즈는 30일을 기본피복에서 추가 적용이 가능하도록 재고관리하고 있다. 이렇게 산정한

Table 3. Requirement and Inventory Management

Classification		Quantity
Requirement	Initial	$0.5 \times (n)$ Year Personnel + $0.3 \times (n-1)$ Year Personnel + $0.2 \times (n-2)$ Year Personnel
	Replenishment	$(n-1)$ Year Replenishment
Inventory Management		85 days Operational Quantity

공군의 2021년 피복비는 590여 억원이다. 공군 피복 소요와 재고관리는 Table 3과 같이 이루어진다.

공군 피복은 군수사령부에서 조달계획을 수립 후 공군 본부의 검토와 지침에 따라 최종 조달계획을 매년 말에 방위사업청에 통보하면 방위사업기획 관리 실무위원회 최종 결정에 따라 다음 해의 피복 조달방법이 확정된다. 방위사업청에서는 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률과 시행령에 따라 2단계 경쟁 입찰(제18조)이나 수의계약(제26조)에 의한 확정계약으로 조달을 한다. 확정계약은 계약 시점에 수량과 금액을 확정하기 때문에 계약 기간 중에 불확실한 요소 발생시 수량이나 금액 조정이 어려워 공급사슬관리에 위험이 되고 있다.

방위사업청에서는 업체와 계약을 체결하면 군의 소요 시기에 맞게 입고되고 군이나 국방기술품질원은 국방 규격 및 구매요구서를 기준으로 원단을 검사하여 미달품에 대해서는 시정 조치를 요구한다.

군수사에서는 청구 및 불출관리를 위해 매분기마다 부대는 3개월 소요 부족분을, 교육사령부는 6개월 소요 부족분을 군수사령부에 청구한다. 이는 행정조치를 위한 것이고, 실제로는 수송 소요 감소 및 지원 효율성 제고를 위해 피복 조달물량을 해당 기지에 직접 납품 조치하는 경우도 있다. 피복류의 사회유출 및 불법활용 금지를 위해 필수 품목을 제외하고 전역시 피복은 반납하고, 수시로 인사참모부의 복제 변경 및 품질개선 등으로 구형피복이 발생할 경우 최단 시간 내에 재활용하거나 폐품처리한다. 이와 같이 공군의 피복류 관리는 다양한 치수, 다양한 기호, 수시 복제변경 및 품질개선, 노후 피복 폐기, 신병별 다양한 복제, 다수의 공급업체 참여 등으로 불확실한 요소가 많아 공급사슬관리에 어려움을 겪고 있다.

기존 군의 피복 공급사슬관리에 관한 연구로 전홍주와 마정목(2019)은 현재 인가대 보유량으로 보급되는 화생방보호의에 대해 신체크기를 고려한 시뮬레이션 모형을 제시하여 전투수행능력을 산출함으로써 부대원의 신체크기와 완전히 일치하는 재고관리는 장기적인 관점에서는 전투수행능력이 저하될 수 있음을 연구했다. 문성암과 김동요(2007)는 육군 전투복 공급사슬에서 공급자 재고관리(VMI, Vendor Management Inventory) 적용 시 재고수준과 비용변화를 시스템 다이내믹스 모델을 이용하여 시뮬레이션으로 경제적 재고관리가 가능하다는 것을 연구했고, 문성암 등(2007)은 기존 고전적인 계약과 수량조절의 인센티브를 제공하는 백업 공급계약의 동적 특성을 분석하고 여러 가지 수요패턴에 따른 재고감소 효과를 시뮬레이션을 통해 확인했다. 지금까지 연구에서

공급계약 특히 수량유연계약을 활용한 군의 피복 공급사슬관리는 찾아보기 어려웠다. 따라서 수량유연계약을 활용한 공군 피복 공급사슬관리 개선방안에 대한 연구는 불확실한 요소가 많은 환경에서 공급과 수요 조정 메커니즘으로 활용이 가능하다.

4. 공군 피복 공급사슬관리 개선방안

공군 피복류의 공급사슬관리 개선하기 위해 공급환경 분석이 필요한데, 이는 아래 여섯 가지로 요약된다.

1. 다양한 치수(예, 남군 전투복 상의 27종, 하의 24종, 전투화 치수와 볼 사이즈)
2. 신분별 다양한 복제(장교, 부사관, 병사)
3. 고객의 다양한 기호 (타이트한 피복 선호, 느슨한 피복 선호 등)
4. 공군부대의 다양한 지역 분포(서울 ~ 제주)
5. 수시 복제 정책 변경 및 품질개선
6. 다양한 소규모 다수 공급업체

최초 수요는 최저 품목의 수량으로 예측하고, 7월경에 수요의 변동정보와 당해연도 복제계획 등을 기초로 수요 정보를 판단해 두 번째 입고 배송시 잔여기간 동안의 불확실한 수요를 대처하는 재고로 활용함으로써 매년 수량 대비 주문량의 일치 수준이 높아지고, 부대에서 보유 중인 85일분의 안전재고는 획기적으로 줄일 수 있을 것이다. 즉, 안전재고를 군에서 모두 보유하는 것이 아니라 일부는 업체에 이전하여 보관, 취급, 감가상각비 등을 절감할 수 있다. 규모가 큰 업체에게는 1차의 공급수준을 공급하게 하고, 이후 규모가 작은 업체가 후반기 짧은 기간의 수요에 대응할 수 있도록 하면 소규모 업체에게 납

품준비 시간을 줄 수 있다.

공군의 피복류 공급업체도 중소기업에서 영세업체까지 다양한데 초기에는 원단이나 공급능력이 충분한 업체가 일정한 공급능력을 시기와 수량을 일정하게 하면 공급업체와 구매자에게 모두 이점으로 작용할 것이다.

공군 피복 공급 사슬관리에서 수량유연계약 적용에 따른 개선 효과는 다양한 종류와 치수, 요구수준에도 불구하고 계약 종료 이전에 수요예측과 수령의 기회가 추가되어 주문량을 수요에 맞게 결정할 수 있어 높은 불확실성에도 효율적으로 대비할 수 있다. 계약 기간 내에 수요 대응이 적절히 이루어지면 운영수준(안전재고)를 현재 85일에서 획기적인 단축이 가능하여 구매 및 보관비용을 현저히 줄일 수 있을 것이다. 규모가 작은 업체가 2차 물량의 인도시기에 맞추어 원단을 확보하고 피복을 제작하여 납품할 수 있게 된다면 안정적으로 공급업체를 운영할 수 있을 것이다. 공군 피복 공급사슬관리 환경과 수량유연계약 적용으로 개선에 대한 기대효과는 Table 4와 같다.

Table 4. Expected effectiveness by QFC

Expected Effectiveness
1. Risk Reduction due to uncertain demand (shortage, oversupply)
2. Decrease in safety stock
3. Reliable vendor management
4. Quick response to sudden policy changes and wider regional distribution

예를 들어, 세 가지 종류의 전투복이 있다고 가정했을 때 현재 확정계약과 같이 계약 시점에 구매수량을 확정하여 주문할 경우 사이즈별로 부족과 초과한 피복이 모두 발생할 수 있는데, 계약 이행시기에 발생한 수요에 따라 추가로 주문의 기회가 있다면 수요와 공급의 차이를

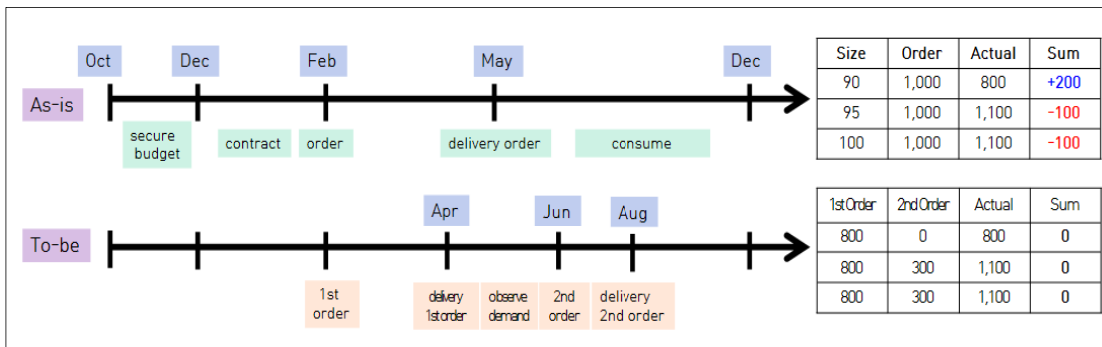


Fig. 3. The Improvement inchstone for Air Force Military Uniform by Quantity Flexibility Contract

최대한 줄이는데 기여할 수 있을 것이다. 이 장에서 설명한 수량유연계약을 활용한 공군 피복 조달 개선방안을 위한 예시 일정과 예시는 Fig. 3과 같다.

5. 결론

이상으로 공군 피복 공급사슬관리의 환경과 수량 유연계약을 적용한 개선방안, 그리고 기대효과를 살펴보았다.

본 연구는 공군 피복류와 같이 불확실한 요인이 많은 환경에서 공급자와 구매자의 위험을 계약 수량을 유연하게 조정함으로써 기대이익을 높이고 위험을 줄일 수 있는 수량유연계약의 적용 가능한 방안과 사례를 제안했는데 의의가 크다. 향후에는 공군 피복뿐만 아니라 육군과 해군 피복, 그리고 다양한 종류의 불확실성이 상존하는 국방조달분야에 적용한다면 군이 얻게 될 기대이익은 매우 클 것이다.

더불어 현재 군에서 추진 중인 빅데이터, 사물인터넷, 3D 프린팅 등 4차 산업혁명 기술과 연계하여 활용한다면 더 높은 수준의 성과를 기대할 수 있다.

Reference

- [1] A. A. Tsay, "The quantity flexibility contract and supplier-customer incentives". *Management Science*, Vol. 45 No. 10, pp.1339-58, 1999.
DOI: <https://doi.org/10.1287/mnsc.45.10.1339>
- [2] A. A. Tsay, W. S. Lovejoy, "Quantity Flexibility Contracts and Supply Chain Performance", *Manufacturing and Service Operations Management*, Vol. 1, pp.89-111, 1999.
DOI: <https://doi.org/10.1287/msom.1.2.89>
- [3] Air Force Headquarters, Clothes Management, Air Force Regulations 5-31, 2020.
- [4] D. Simchi-Levi, *Operations rules: delivering customer value through flexible operations*. Mit Press, 2010.
- [5] D. Simchi-Levi, P. Kaminsky, E. Simchi-Levi, R. Shankar, *Designing and managing the supply chain: concepts, strategies and case studies*. Tata McGraw-Hill Education, 2008.
- [6] G. Cachon, C. Terwiesch, *Matching supply with demand*. McGraw-Hill Publishing, 2008.
- [7] H. J. Jeon, J. M. Ma, "Evaluation Method of the Combat Ability about NBC Clothings Proper Distribution", *Military Science Collection*, Vol. 75, No. 1, pp.261-285, 2019.
DOI: <http://doi.org/10.31066/kimas.2019.75.1.012>
- [8] H. Xiong, B. Chen, J. Xie, "A Composite Contract Based on Buy Back and Quantity Flexibility Contracts". *European Journal of Operation Research*, Vol. 210, No. 3, pp.559-567, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.10.010>
- [9] I. Bicer, V. Hagspiel, "Valuing Quantity Flexibility under Supply Chain Disintermediation Risk". *International Journal of Production Economics*, 180, pp.1-15, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.021>
- [10] J. Heydari, K. Govindan, H. R. E. Nasab, A. A. Taleizadeh, "Coordination by quantity flexibility contract in a two-echelon supply chain system: effect of outsourcing decisions". *International Journal of Production Economics*, Vol. 225, 107586, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107586>
- [11] J. Miltenburg, H. Pong, "Order Quantities for Style Goods with Two Order Opportunities and Bayesian Updating of Demand, Part I: No Capacity Constraints". *International Journal Production Research*, Vol. 45 No. 7, pp.1643-1663, 2007a.
DOI: <https://doi.org/10.1080/00207540600699660>
- [12] J. Miltenburg, H. Pong, "Order Quantities for Style Goods with Two Order Opportunities and Bayesian Updating of Demand, Part II: Capacity Constraints", *International Journal Production Research*, 45(8): pp.1707-1723, 2007b.
DOI: <https://doi.org/10.1080/00207540600699678>
- [13] J. M. Milner, M. J. Rosenblatt. "Flexible Supply Contracts for Short Life-Cycle Goods: The Buyer's Perspective", *Naval Research Logistics*, Vol. 49, No.1, pp.25-45, 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1002/nav.10002>
- [14] J. Li, X. Luo, Q. Wang, W. Zhou, "Supply chain coordination through capacity reservation contract and quantity flexibility contract". *Omega*, 99, 102195, 2021.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.omega.2020.102195>
- [15] P. Lumsakul, H. T. Luong, "Development of a composite revenue sharing-quantity flexibility contract". *Industrial Engineering and Management Systems*, Vol. 12, No. 3, pp.224-233, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.7232/iems.2013.12.3.224>
- [16] S. A. Moon, D. J. Kim, H. K. Kim, "A Simulation of Backup Agreement in the Supply chain - Focused on the Air Force Combat Uniform-", *Korean Logistics Studies*, Vol. 15, No. 1, pp.73-96, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.15735/cls.2007.15.1.005>
- [17] S. A. Moon, D. Y. Kim, "A Dynamic Analysis of VMI effect on the Supply Chain of Combat Uniform for Army Training Center", *Korean Logistics Studies*, Vol. 15, No. 2, pp.1-21, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.15735/cls.2007.15.2.005>
- [18] S. Hosseini, D. Ivanov, A. Dolgui, "Review of Quantitative Methods for Supply Chain Resilience Analysis", *Transportation Research Part E: Logistics*

and *Transportation Review*, 125: pp.285-307, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2019.03.001>

- [19] S. P. Sethi, H. Yan, H. Zhang, "Quantity Flexibility Contracts: Optimal Decisions with Information Updates", *Decision Sciences*, Vol. 35 No. 4, pp.691-712, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2004.02873.x>
- [20] X. Brusset, Comparison between minimum purchase, quantity flexibility contracts and spot procurement in a supply chain. University of Louvain, 2005.

이 승 범(Seung-Bum Lee)

[준회원]



- 2000년 3월 ~ 현재 : 국방대학교 국방관리학과 석사과정

<관심분야>

공급사슬관리, 시스템다이내믹스

최 경 환(Kyung-Hwan Choi)

[정회원]



- 2008년 1월 : 국방대학교 국방관리학과 (국방관리학 석사)
- 2014년 1월 : 국방대학교 군사운영분석학과 (군사학 박사)
- 2020년 9월 ~ 현재 : 국방대학교 국방관리대학원 교수

<관심분야>

대기행렬, 확률모형, 국방조달, 방위사업

문 성 암(Seong-Am Moon)

[정회원]



- 1992년 2월 : 연세대학교 경영대학원 경영학과 (학사)
- 1994년 2월 : 연세대학교 경영대학원 경영학과 (석사)
- 1999년 1월 : 연세대학교 경영대학원 경영학과 (박사)
- 2002년 2월 ~ 현재 : 국방대학교 국방관리대학원 교수

<관심분야>

공급사슬관리, 시스템다이내믹스