

재해구호물자 비축기준의 합리적인 산정방안: 서울시 사례



서 정 표

국민안전처 재난구호과
사무관(공학박사)
sjp3123@korea.kr

1. 서 론

재난으로 인한 피해는 크게 물적 피해와 인적 피해로 구분할 수 있는데 피해의 최소화 및 예방을 고려할 때 재난관리 측면에서 가장 우선시 되어야 할 사항은 인명 피해이며, 이는 물질적·정량적으로 환산이 불가하기 때문이다. 일반적으로 재해는 지역의 지형적 특성이나, 지리적 위치에 따라 피해가 다르게 나타나고, 사회기반시설 및 방재시설의 취약 정도에 따라서도 피해양상이 상이할 수 있다. 재난으로 인하여 피해를 입은 이재민의 경우에도 이러한 차이로 인하여 지역적으로 다르게 나타날 수 있다. 이재민의 신속한 구호와 조치는 2차적인 피해를 예방할 수 있다는 측면에서 매우 중요하며, 이를 위해 이재민 관리 및 구호물자 지급 등 이재민 조기생활 안정에 대한 대책이 강조되고 있다. 우리나라의 재난구호 업무는 국민안전처에서 주관하고 있으며, 구호기관인 지방자치단체와 구호지원기관인 전국재해구호협회, 대한적십자사 및 각종 단체를 통해 재해현장의 이재민들에게 재해구호물자를 지원하고 있다. 재난관리에서 가장 좋은 대책은 예방·대비 및 대응단계에서 피해가 발생하지 않도록 하는 것이 최선의 방법이나, 차선책으로 피해 발생 시 피해를 최소화하기 위한 대응방안을 수립하는 것 역시 중요하다(양동민 등 3인, 2009).

우리나라는 매년 태풍과 집중호우 등의 자연재해로 인하여 최근 10년간(2004~2013) 56명의 인명피해와 4만6천명의 많은 이재민이 발생하고 있다(국민안전처, 2015). 또한 예측 불가능한 각종 사회재난으로 인해 수많은 이재민들이 발생하고 있기 때문에 이재민에게 구호를 하기 위해서는 재해구호물자의 확보가 중요한 대비책중 하나이다. 본 논문은 이러한 측면에서 재해발생에 대비한 이재민수를 추정하고 이를 통해 이들에 대한 지자체에서 구호물자를 확보 관리할 수 있는 재해구호물자 비축기준의 합리적인 산정 방안을 제시하는데 그 목적이 있다.

본 연구의 대상은 우리나라의 주요 재해인 태풍과 집중호우 등의 자연재난을 중심으로 분석하였으며, 연구의 범위와 관련하여 공간적인 범위로는 서울특별시이며 시간적인 범위로는 15년(1999년~2013)년으로 설정하였다. 연구의 방법으로는 정부에서 발행하는 재해연보와 각종 통계연보 등을 활용한 통계기법을 적용하였다. 이와 관련하여 인명피해, 과거피해 발생액, 피해유형 및 원인 등을 정리하여 재해영향을 받는 재해의 피해인자와 재해를 유발하는 재해 유발인자를 구분하였다. 이 때 인명피해, 자치구별 인구밀도, 강우량과 피해액을 구성인자로 선정하고 선형회귀분석을 통해 발생 가능한 이재민 수를 지자체별로 추정하고 추정된 이재민 수를 근거로 재해구호물자 비축기준을 산정하였는데 연구의 흐름은 그림 1과 같다.

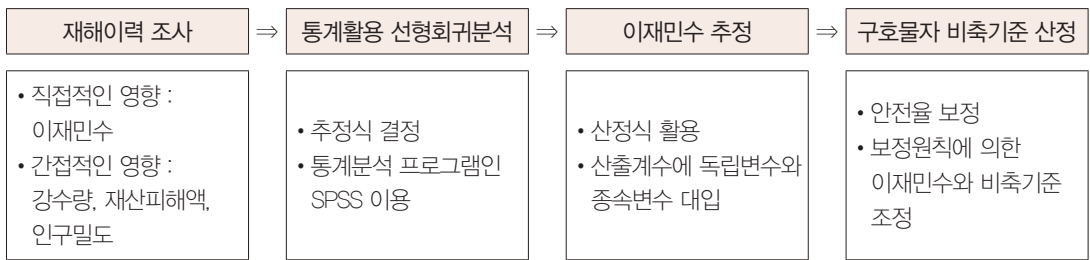


그림 1. 연구흐름도

재해 구호물자와 관련된 선행연구로 박종만 (2012)는 재해구호물자를 개인대비 용품 중심으로 한국에 맞는 Rescue Kit 디자인을 제시 하였다. 재해구호물자를 재난관리 단계중 개인의 생명과 재산 피해를 줄이기 위한 대비 단계에 필요한 물품으로 보고, 일본과 미국의 재난대비 용품에 대해 장·단점을 도출하여 한국형 Rescue Kit 개발에 접목하는 연구를 진행하였다. 박동균 (2011)은 미국재해 구호활동과 시스템의 특징을 토대로 민·관 재해구호 시스템의 구축, 신속한 재해조사와 구호물자 지원, 전문성 확보, 자율적인 모금과 집행, 재해보험의 적극적인 가입과 개인 스스로 재산을 지키기 위한 노력의 중요성을 강조하였다. 김동진 (2011)은 우리나라도 대형 태풍 등에 의하여 대규모 이재민이 발생할 경우 정부 조달체계 붕괴로 극심한 구호물자의 비축 부족과 구호물품 지급 지연 등이 우려되므로 정보기술 도입 등을 통해 구호물자의 전달체계가 정상으로 가동될 수 있는 단계적 모델과 절차 등을 제안하였다. 서정표 등 2인(2014)은 U-IT를 기반으로 재해구호 물자를 효율적으로 관리하는 정보화 시스템 구축에 대하여 고찰하였는데, 스마트폰과 RFID(Radio Frequency Identification)를 활용한 재해 구호물자 관리가 가능한 모바일 기반의 재해구호 물자관리 자동화 시스템을 개발에 대한 구축효과를 연구하였다.

재해구호물자의 비축기준 산정과 관련된 선행연구로는 전무후무한데, 유사성이 있는 문헌으로는 양동민 등 3인(2009)은 재해 피해인자와 재해 유발인자를 각각 이재민수와 피해액, 강우량과 인구 밀도로 구분하여 정준상관분석을 실시한 후 회귀식을 산출하고 검증단계를 거쳐 재해구호물자 확보

를 위한 시군구별 이재민 수 추정방안을 제시하였다.

재해구호물자 비축기준의 법적근거로는 재해구호법시행규칙 제3조에 의거 ‘구호기관인 지방자치단체가 최근 10년간의 지역별 재해발생 상황 등을 고려하여 해당 관할지역의 재해에 대비할 수 있도록 비상식량·침구·의류 등 필요한 재해구호물자를 충분히 확보하여야 한다.’이다. 그리고 논리적 근거로는 비축기준에 영향을 주는 요인으로 발생원인 측면에서 집중호우, 태풍, 대설 등 자연재난을 대상으로 설정한 후 직접적인 영향인자인 이재민 수를 토대로 강수량, 재산피해액, 인구밀도 등의 간접적인 영향인자 등이 해당된다. 따라서 본 논문은 이를 종합·분석하여 합리적인 재해구호물자 비축기준 산정방안을 고찰하였다.

2. 재해구호물자 구성현황 및 관리실태

2.1 재해구호물자 구성현황

우리나라의 재해 구호물자는 그림 2와 같이 응급구호와 취사구호로 각각 세트화 되어 구성되어 있으며, 그 밖의 개별구호물품을 포함하여 관리하고 있다. 응급구호세트는 1명 기준으로 남녀 각각 대·중·소로 구분되어 지원되고 있으며, 구성품목으로는 담요, 칫솔, 세면비누 및 개별 구호물품인

응급구호세트	취사구호세트(1세대 4명기준)	취사구호세트(1세대 4명기준)
남자 1명 기준(대·중·소)	여자 1명 기준(대·중·소)	
		
담요(2), 칫솔, 세면비누, 수건(2), 화장지, 베게, 면도기, 면장갑, 간소복, 속내의(2), 양말(2), 바닥용 매트, 슬리퍼, 안대, 귀마개, 치약(130g), 물티슈(60매), 생수(1.0ℓ, 1병)	담요(2), 칫솔, 세면비누, 수건(2), 화장지, 베게, 면장갑, 간소복, 속내의(2), 양말(2), 바닥용 매트, 슬리퍼, 안대, 귀마개, 치약(130g), 물티슈(60매), 생수(1.0ℓ, 1병), 생리대(1조)	가스렌지, 코펠, 수저, 세탁비누, 세탁세제, 주방세제, 고무장갑, 수세미, 다용도 가방, 1세대당 쌀(10kg)1포, 부식류(고추장, 간장, 된장, 김치등), 부탄가스 4개, 살균·표백제 1개

그림. 2 구호물자 구성현황

치약, 물티슈, 생수(1.0ℓ), 여성의 경우 생리대 등으로 구성되어 있다. 취사구호세트는 1세대 4명 기준으로 지원되고 있으며 그 구성품목으로는 가스렌지, 코펠, 수저 등 9종에 개별구호물품인 세대당 쌀(10kg) 1포, 부식류(고추장, 김치 등), 부탄가스 4개 등 개별구호물품이 포함되어 있다. 재해발생시 지원기준은 응급구호세트의 경우에는 재해로 인한 피해가 예상되는 일시 대피자 및 침수·붕괴 등으로 인한 재해 피해 이재민에게 지급된다. 취사구호세트는 주방침수 등으로 취사가 불가능한 이재민 가구의 세대주에게 지급된다.

개별구호물자인 즉석식품, 분유세트(분유, 젓병), 기저귀, 모기약 등은 세트기준과 관계없이 지급이 가능하다. 그 외 비상식량 등이 있는데 “비상식량”이란 쌀, 부식, 즉석식품을 말하며, 생수·쌀·부식·즉석 식품·부탄가스 등 유통기한이 짧거나 화재 위험 등으로 장기보관이 어려운 경우가 많아 미리 사전에 구매처를 지정하여 재해발생 시 즉시 선지원하고 후 결재하는 방식으로 운영되고 있다.

재해 구호물자의 관리와 관련하여 시·도에서 담당인력 및 재해 구호물자 보관 상황 등을 고려해 볼 때 자체적으로 구호물자를 확보·세트화 하는 것 보다 민간구호 전문기관인 전국재해구호협회 등에서 수행하는 것이 효과적인 때에는 동 협회 등으로 하여금 재해 구호물자를 위탁·관리할 수 있다.

시·도지사는 재해 구호물자의 적절한 배분을 위해 평시에 재해 구호물자의 효율적인 수급계획에 따라 보관중인 물자로 이재민 구호를 실시한다. 재해발생 지역에 소재하는 창고의 보관 물자가 부족하거나 수용이 곤란한 경우 인근 시·군·구 또는 시·도의 물자를 수급 조절하여 사용한다.

시·도지사는 재해 구호물자에 대해 부족분이 발생한 경우에는 그 현황을 전국재해구호협회 등에 통보하여 지원 요청하거나 업체에서 구매하여 조달한다. 구호물자 사용 후에는 대체계획을 수립한다. 재해로 인해 이재민에게 지급한 후 구호물자 부족분은 비축계획을 수립한다(국립방재교육연구원, 2010).

우리나라의 현행 이재민 구호업무는 중앙차원에서 국민안전처(재난구호과)에서 총괄하며, 이재민 및 일시 대피자의 거주지를 관할하는 시·도 및 시·군·구가 구호기관이고, 구호기관을 지원하기 위하여 필요한 인력·시설 및 장비를 갖춘 기관 또는 단체인 전국재해구호협회와 대한적십자사가 구호 지원기관 등의 민관협력을 통해 구호를 실시하고 있다.

2.2 재해구호물자 비축 및 지원 실태

재해구호물자의 확보 및 보관과 관련하여 구호기관인 지방자치단체에서는「재해구호법」제6조에 따라 지역별 재해 발생 현황 및 지역실정 등을 고려하여 필요한 재해 구호물자를 항상 확보하여 응급 구호할 수 있는 체계를 갖추어야 한다고 규정되어 있다. 그리고 같은 법 제7조에 의거 재해발생 상황을 파악하기 전이거나 재해 발생이 진행 중인 때에라도 지체 없이 재해 구호물자를 이재민에게 지급하여야 한다. 현행 재해 구호물자의 관리 및 배분은 그림. 3과 같은 시스템으로 운영된다.

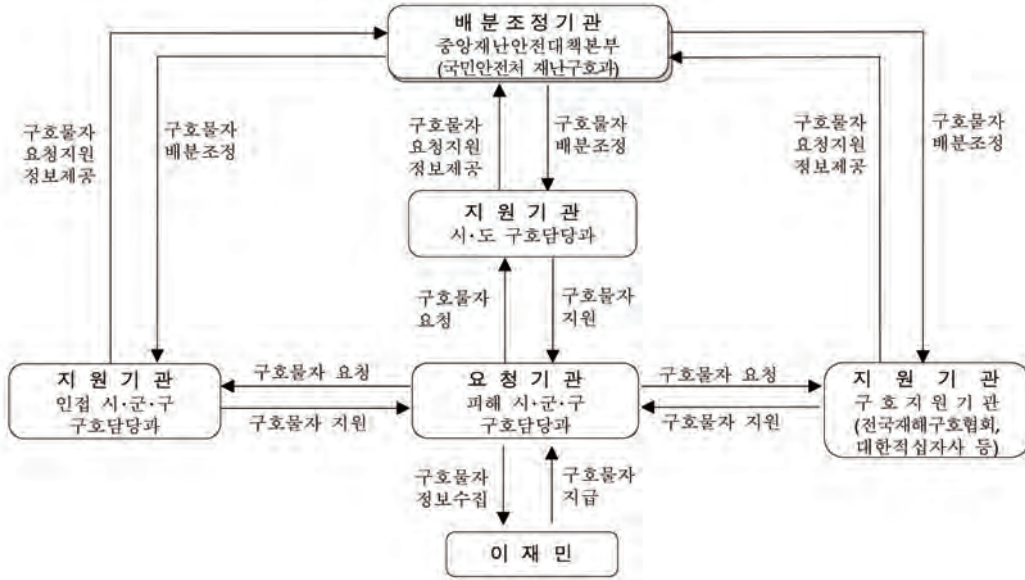


그림 3. 재해구호물자 지원체계

3. 재해구호물자 비축기준 산정에 대한 고찰

3.1 재해구호물자 비축기준의 산정 배경 및 내용

2010년 이전까지는 재해발생 시 이재민에게 지원되는 재해구호물자의 비축기준에 대한 명확한 산정 근거가 없이 재해구호물자를 포괄적으로 비축 및 확보되어 왔었다. 이로 인해 피해 여건이 비슷한 지자체에 대해서 비축기준이 상이하고, 구호담당 공무원의 관심도에 따라 시·군·구별로 비축량의 편차가 심하였다. 이로 인해 지자체별 비축기준이 과다 또는 과소 책정되는 등 현실성이 결여되는 문제점이 있었다. 이에 따라 2010년 당시에 우리나라 구호업무의 전담부처인 소방방재청에서 재해구호물자 비축기준의 신뢰성을 확보하기 위해 지역별 재해특성을 반영한 과학적이고 정량화된 재해구호물자 비축기준을 마련하게 되었다. 2010년 당시에 마련한 재해구호물자 비축기준에서는 이재민수를 추정하고 기준산식을 보정한 다음 이재민수를 구호물자로 변환하여 비축량을 산정하였다. 이때 이재민 수 추정을 위해 필요한 지역별 재해위험 인자들을 현황자료로 활용하였다. 항목은 인구수, 행정구역면적, 재해위험지역 현황으로 구성하였고, 과거자료로 이재민 수, 강우량, 재해빈도, 피해액, 구호물자 지원내역으로 산정하였다. 여기서 이재민 수와 피해액은 재해를 직·간접적인 관점에서 정량적으로 평가할 수 있는 요소로서 재해피해인자로 구분할 수 있다. 반면 강우량과 인구밀도는 재해를 유발할 수 있는 재해유발 인자로 볼 수 있는데 강우량은 양적인 측면에서 지역에 미

치는 영향을 평가하는 한편 지역별 인구집중도를 통해 상대적인 위험노출 정도를 평가할 수 있을 것으로 판단하였기 때문이다. 여기서 그림 4와 같이 연도별 이재민수를 비축기준 산정 보정자료로 활용하였으며 이와 함께 피해액, 강우량과 인구밀도를 이용하여 표 1과 같이 서울시 자치구별 이재민수를 추정하였는데 과정별 주요 내용은 다음과 같다.

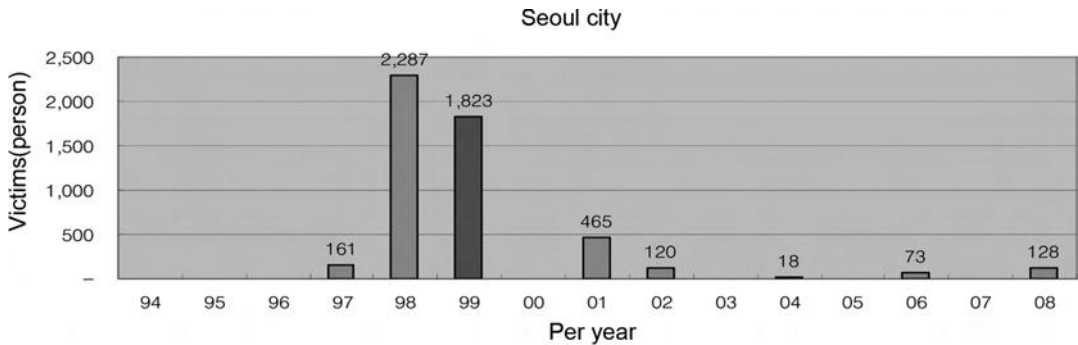


그림 4. 서울시 이재민수 변동추세(15년간, 1994-2008)

도표 1. 이재민 발생 추정식

서울시 (자치구)	추 정 식	R ²	F
A구	$\alpha = -9,010 + (0,001 \times \beta) + (4,71E-006 \times \gamma) + (0,002 \times \delta)$	0,69	0,01
B구	$\alpha = -565,201 + (0,0308 \times \beta) + (6,78E-006 \times \gamma) + (0,044 \times \delta)$	0,17	0,61
C구	$\alpha = -967,732 + (0,037 \times \beta) + (2,24E-005 \times \gamma) + (0,178 \times \delta)$	0,67	0,02

⇒ 여기서 α = 이재민수, β = 인구밀도, γ = 연평균 피해액, δ = 연평균 강우량

첫째, 현황자료와 과거자료 등 8개 항목에 대한 상관성 분석결과 통계적으로 95%이상 신뢰도를 가진 항목에 해당된 피해액, 연평균 강우량, 인구밀도 등 3개 항목을 반영하여 회귀분석 방법으로 연평균 이재민수 산정식을 다음과 같이 개발하였다.

* 연평균 이재민수 = A + (B×전년도인구밀도) + (C×연평균피해액) + (D×연평균강수량)

- 여기서 A, B, C, D는 회귀분석식에서 산출한 위험인자(3개 항목)와 연관성이 있는 상수임

둘째, 과거 발생한 이재민 수와 기준산식으로 산정한 연평균 이재민에 대한 산정값이 재해의 불확실성, 경제적인 측면을 고려해 기준산식에 대해 보정값을 결정한 후 안전율을 산정하여 보정하였다.

* 보정값=(과거 차순위 이재민수-기준산식 이재민수)÷시군구 수

* 안전율=과거 최고 이재민 평균을 차상위 이재민 평균으로 나눈 값에 15년 동안 발생한 값에 해당된 15년으로 다시 나눈 값을 사용

셋째, 이재민 수를 구호물자로 변환하기 위해 과거(2005~2008년 기간중) 발생한 이재민에게 실제 지급한 구호세트(응급구호, 취사구호)에 현황을 분석한 후 산정된 이재민 수에 구호세트별 지급 비율을 적용하여 각각의 재해구호세트에 대한 비축량을 산정하였다.

3.2 서울시의 재해환경과 재해구호물자 비축기준 산정

3.2.1 서울특별시의 자연재해 실태

우리나라의 자연재해로 인한 피해액은 1970년대 대비 2000년대에는 약 10.4배가 증가하였으나, 인명피해는 1970년 대비 2000년대에는 약 78%(358→80명)가 감소한 것으로 나타났다. 과학기술의 발전으로 방재기술이 향상되고 있으나 대규모 자연재해 발생시 여전히 많은 인명피해가 발생하고 있는 실정이다(서울시정연구원, 2011). 서울은 인구와 자본이 고도로 밀집되어 있는 공간으로 설계용량 만큼 감당하는 인위적인 수방시설체계에 의해 보호되고 있기 때문에 그만큼 수해에 대한 취약성이 높다. 서울에서 대규모 침수 피해가 발생한 것은 1984년, 1987년, 1990년, 1998년, 2001년, 2010년, 2011년으로, 특히 2011년 7월말 집중호우시 3일간 누적강수량은 595mm이다. 본 고에서는 2001년~2011년 동안 발생한 서울시의 주요 홍수피해 사례를 중심으로 아래와 같이 재해피해 상황을 정리하였다.

도표 2. 서울시 홍수피해 사례 정리

발생 일시	지 역	피해 발생원인	피해 현황
2011.7.26.~7.28	강남일대, 우면산 지역	94mm/hr(관악구)의 집중호우, 설계용량초과, 단 기간 집중 호우로 저지대 침수	사망 15명, 1,272세대 침수, 우면산 산사태, 강남, 서초, 관악지역침수
2010.9.20.~9.21	강서구 화곡동, 광화문	98.5mm/hr(강서구)의 집중호우, 설계용량초과, 단 기간 집중 호우로 저지대 침수	광화문 침수, 9419세대
2001.7.14.~7.15	관악구, 중량천 중하류	99.5mm/hr(관악구)의 집중호우, 설계용량초과, 단 기간 집중 호우로 저지대 침수, 무허가주택 하천 점용	관악구, 중량천 주변 등 침수, 사망 44명, 부상 104명, 584억원 재산피해

1) 2011년 7월 중부지방 집중호우

2011년 7월 26일부터 28일 까지 중부지방에 집중호우가 발생하여 서울 강남구 일대와 우면산 지역, 경기도 광주 경안천과 곤지암천, 경기도 파주지역, 강원도 춘천 등에 많은 피해를 야기하였다. 이 기간의 누적강수량은 동두천이 664mm로 가장 많았고, 서울 546mm, 문산 489mm, 춘천 352.5mm, 철원352.5mm, 인제 347.5mm, 부산 246mm, 인천 262.5mm, 수원 237.5mm, 홍천 15.5mm 등으로 200mm가 넘었다. 최대 시우량은 경기도 광주시에서 27일 06시에 내린 99.5mm이었으며, 서울의 경우 관악구에서 27일 08시에 내린 94mm(약 40년 빈도)이었다.

인명피해는 전국적으로 47명이 사망하고 4명이 실종되었으며, 특히 서울에서는 우면산 산사태로 인하여 15명이 사망하였으며, 1,272세대, 1,883명의 이재민이 발생하였다.

2) 2010년 9월 집중호우

2010년 9월 21일~22일, 서울을 비롯한 수도권 일대에 집중호우가 발생하여 이틀간 누적강우량이 서울 259.5mm, 인천 267mm를 기록하였다. 9월 21일 서울에서는 시간당 최대강수량 98.5mm(강서구 화곡동)를 기록하여 서울시 도시배수시설 설계빈도(10년) 75mm를 30% 이상 초과하는 사태가 발생하였다.

다행히 서울에서는 인명 및 주택파손(전파, 반파) 피해는 없었으나, 9,419가구의 주택이 침수되었으며 이 중 90% 이상이 저지대 반지하 주택이었다. 특히 광화문 주변에서는 집중호우로 인하여 청계천 수위가 단시간에 높아지면서 하수관거 역류로 인해 광화문 광장이 침수되었다.

3) 2001년 7월 집중호우

2001년 7월 15일 오전 0시부터 4시까지 서울지역에 집중호우가 쏟아져 중랑천 중하류부와 안양천 유역일원에 대규모의 홍수피해가 발생하였다. 2001년 7월 14일부터 15일까지 이틀간 내린 강우량은 서울 310.1mm, 인천 220.5mm, 동두천 175.4mm, 강화 156.5mm, 양평 149.5mm, 철원 143.7mm이었고, 1시간 최대강우량은 15일 오전 2시10분부터 3시 10분까지 서울에 내릴 99.5mm로 1964년 이후 37년만의 최대 강우량을 기록하였다.

서울시의 피해현황을 보면 사망 44명, 부상 104명 총 144명의 인명피해와 약 584억원의 재산피해가 발생하였는데 이는 전국대비 인명피해(사망)의 약 60%, 전국 대비 주택침수의 약 79%를 차지하는 큰 규모였다. 홍수피해의 주요원인은 설계강우를 초과하는 강우로 분석되었으며, 내수배제시설 미비 등과함께 관악구의 경우에는 국지성 집중호우 외에 무허가 건물로 인한 하천구역 축소, 계곡의 부유잡물로 인한 홍수소통 방해 등으로 인해 피해가 컸다(서울시정개발연구원, 2011).

3.2.2 선형회귀분석 모델을 적용한 재해구호물자 비축기준 산정

회귀분석(regression analysis)이란 독립변수들과 종속변수간의 합리적인 관련성을 수학적 모형을 이용하여 측정된 변수들의 자료를 근거로 하여 추정하고 분석하는 통계적 방법을 말한다. 이때 두 변수 간의 관계가 확률적 또는 통계적 관계에서 설명된다. 그러나 확률적 모형이 설명하지 못하는 부분으로는 회귀오차(regression error), 보통 설명이 불가능한 확률오차(random factor), 측정상의 오차(measurement error), 설명변수가 모형에 빠져서 설명하지 못한 경우, 변수간의 관계가 선형적이지 않은 경우 등의 문제점을 유발할 가능성이 있다. 대표적인 회귀모형으로는 모집단 회귀 모형, 모집단회귀선, 표본회귀모형, 표본회귀선 등이 있으나, 변수간의 인과관계를 설정하고 선형적 함수관계를 나타내는 1차식인 선형회귀식을 적용하였다. 회귀분석은 일반적으로 이렇게 추정된 모형을 이용하여 종속변수와 독립변수들 간의 관계를 규명하고 필요한 예측을 하며 통계적 추정과 검정을 실시한다(전명식, 2006).

회귀분석에서 특정회귀계수는 다른 독립변수들의 값을 고정시켰을 때 종속변수에 미치는 독자적인 영향력을 의미한다. 그런데 독립변수들 간에 상관관계가 매우 높을 경우 특정회귀계수의 독자적인 영향력을 알 수가 없다. 다시 말해, 다중공선성의 문제가 발생하면 한 특정 독립변수의 값이 변할 때 공선관계가 있는 다른 독립변수도 동시에 변화하므로 회귀식에서 도출한 회귀계수의 의미가 상실하게 된다. 그렇게 되면 회귀계수의 의미가 상실되므로 다중공선성의 문제를 판정하고 해결하는 방법을 모색해야 하는데, 이를 살펴보면 아래와 같다.

첫째, 무엇보다도 가장 일반적이 방법은 독립변수들 간의 상관 계수치를 가지고 판정하며, 상관계수 값이 0.7이상인 경우 다중공선성의 문제를 안고 있는 것으로 본다. 이와 같은 문제가 발생시 두 변수중 하나를 빼고 분석하는 것이 일반적인 대응방법이다.

둘째, 회귀분석 결과표에서 특별히 회귀계수의 분산 또는 표준오차가 큰 변수를 찾아내어 이 변수를 빼고 다시 분석한 후 나머지 변수들의 분산이 유의미하게 작아지는가를 조사하여 다중공선성의 문제를 확인할 수 있다. 어떤 독립변수의 회귀계수의 표준오차가 커서 이 변수를 제외한 후 분석할 경우 나머지 독립변수들의 분산이 작아진다면 이 독립변수를 회귀모델에서 제외시키면 된다.

셋째, 잔여분산(residual variance)의 값이 0이거나 0에 가까울수록 다중공선성의 문제를 의심하여야 한다. 잔여분산의 값이 0에 가까울수록 회귀계수의 표준오차가 커지게 되어 다중공선성의 문제를 야기하게 된다. 다중공선성의 문제는 표본크기가 커짐으로써 다소 완화될 수 있다(허경옥 등 4인, 2012). 본 연구에서는 선형회귀 분석식을 이용하여 종속변수(이재민수), 회귀계수, 독립변수(인구밀도, 피해액, 연평균강우량)에 대해 도표 3과 같이 회귀분석을 적용하였다.

도표 3. 회귀분석 적용식

- 회귀분석 정의 : 종속변수(이재민수)와 독립변수들(인구밀도, 재산피해액, 강수량)과의 관계를 분석하는 도구
- 적용식
 - $Y = \alpha + \beta x$
 - 여기서, Y = 종속변수(이재민수)
 - α = 회귀계수
 - β = 회귀계수, 독립변수 x의 기울기로 독립변수 x에 영향을 미침
 - x = 독립변수(인구밀도, 피해액, 연평균 강수량)

⇒ 독립변수(x : 인구밀도, 피해액, 강수량)와 회귀계수(α ,)의 변화에 따라 종속변수(Y: 이재민 수) 변화

분석의 방법과 절차로서 선형 회귀분석 자료수집 기간은 원칙적으로 15년(1999년~2013년)으로 하 되, 자료가 없는 경우 해당 기간만 사용하고 선형회귀분석의 통계분석 프로그램으로는 SPSS(Statistical Package for Social Science)를 이용하여 진행하였는데 회귀분석의 절차로는 다음과 같다.

첫째, 자료 수집으로써 연도별 이재민 수, 인구밀도, 재산피해액, 강수량 등을 수집항목으로 정하였는데, 이중 이재민 발생추세 및 현황에 대해서는 그림 5와 같다.



그림 5. 이재민 발생추세 및 현황(15년간, 1999-2013)

둘째, SPSS를 이용하여 회귀분석을 실시하고 지자체별 이재민 수 산정식의 계수(A, B, C, D)를 대입한 다음, 표와 같이 산출된 계수에 전년도 인구밀도, 연평균 재산피해액, 연평균 강수량을 대입하여 이재민 수를 추정하였다. 이때 이재민 수 = A+(B×인구밀도)+(C×재산피해액)+(D×강수량)의 함수이다.

마지막으로 추정한 이재민 수를 구호물자 비축기준으로 변환하는 과정에서 보편적이고 합리적인 구호활동을 수행하기 위하여 다음과 같은 보정원칙을 적용하였다.

- ① 추정된 이재민 수(비축 수량)가 70 이하인 지자체에 대해서는 70으로 산정하였다
- ② 기존 비축기준과 신규 추정된 이재민 수(비축 기준)가 급격히 감소하거나 증가된 경우를 감안한 조정원칙으로써 추정된 이재민 수가 기존보다 50%이하로 감소한 곳은 최소한도 50%까지로 하였고, 기존 비축기준보다 3배 이상 증가한 지자체는 3배까지로 한도를 설정하고 산정하였다.

③ 기타, 최근 5년 및 15년간 평균 이재민수를 감안한 조정을 실시하였는데, 최근 5년간 이재민수가 급격히 감소한 지자체 보정과 함께 과거 이재민 발생 평균치의 편차를 고려한 안전율을 아래와 같이 적용하였다.

$$* \text{안전율} = (\text{최근 5년 평균 이재민수}) \div (\text{최근 15년평균 이재민수}) = 36,099 \div 26,486 = 1.36 \approx 1.4$$

④ 재해구호물자의 응급구호와 취사구호 세트의 구성 비율은 1세대당 평균 가족 구성원 수 2.33인을 고려하여 7:3으로 설정하였다.

도표 4. 재해구호물자 비축기준

서울특별시 자치구	10년도 비축기준	이재민 산정		2015년도 비축기준			증 감
		추정산정식	특성보정	응급구호	취사구호	계	
소계	2,269	6,574	4,974	3,480	1,494	4,974	2,705
A구	72	21	70	49	21	70	-2
B구	72	2	70	49	21	70	-2
C구	72	57	117	82	35	117	45
D구	72	102	115	81	34	115	43
E구	73	519	219	153	66	219	146
F구	72	122	122	85	37	122	50
G구	72	57	142	99	43	142	70
H구	74	80	137	96	41	137	63
I구	72	174	216	151	65	216	144
J구	69	5	70	49	21	70	1
K구	80	1	70	49	21	70	-10
L구	72	286	216	151	65	216	144
M구	72	148	196	137	59	196	124
N구	72	101	216	151	65	216	144
O구	72	528	216	151	65	216	144
P구	422	698	570	399	171	570	148
Q구	72	572	216	151	65	216	144
R구	72	260	201	141	60	201	129
S구	72		166	116	50	166	94
T구	72	368	216	151	65	216	144
U구	94	120	282	197	85	282	188
V구	129	1,093	387	271	116	387	258
W구	72	527	216	151	65	216	144
X구	96	251	288	202	86	288	192
Y구	80	482	240	168	72	240	160

4. 재해구호물자 비축기준의 합리적인 산정방안

4.1 실태와 문제점

재해구호물자의 비축과 관련하여 구호기관은 재해구호법에 따라 최근 10년간의 지역별 재해 발생

상황 등을 고려하여 해당 관할지역의 재해에 대비할 수 있도록 비상식량·침구·의류 등 필요한 재해구호물자를 충분히 확보하여야 한다. 그리고 구호기관은 재해구호물자를 이재민의 구호에 사용하였거나 보관상의 이유 등으로 처분한 때에는 구호에 필요한 물자를 다시 비축하여 비축수준을 항상 유지하여야 한다고 규정되어 있다. 본 연구에서 2015년에 마련한 재해구호물자 비축기준에서는 이재민 수를 추정하고 기준산식을 보정한 다음 이재민 수를 구호물자로 변환하여 비축량을 산정하였는데, 이재민수 추정을 위해 필요한 지역별 재해위험 인자들을 현황자료로 활용하였다. 항목은 인구수, 행정구역면적, 재해위험지역 현황으로 구성하였고, 과거자료로 이재민 발생수, 강우량, 재해빈도, 피해액, 구호물자 지원내역 등을 반영하여 산정하였다. 즉 이재민수를 종속변수로 하고 인구밀도, 피해액, 강우량을 독립변수로 하여 이재민수를 추정하고, 이재민수를 근거로 재해구호물자 비축기준으로 변환하는 과정에서 안전율을 반영한 보정원칙을 적용하여 비축기준을 산정하였다. 그러나 인명피해는 자연현상 외에도 인간 행위의 영향을 받을 수 있기 때문에 오차가 발생할 수 있으며 무작위 특성이 강한 이재민 수를 정확하게 예측한다는 데에는 분명 무리가 있을 것이다. 또한, 회귀분석은 특정 변수값 변화와 다른 변수값 변화가 가지는 수학적 선형 함수식으로써 회귀분석 적용 자료의 종류 및 기간에 영향을 받으며, 누락된 과거 자료 값이 클 경우 상대적으로 작은 회귀분석 결과 차이가 도출될 수 있다는 어려움이 있다. 한편, 3가지 인자에 대한 회귀분석만으로는 이재민 발생과 관련된 다양한 인자에 대한 고려에 제한이 있으며, 홍수 시 이재민 발생과 관련된 인자들 중 치수구조물 오작동, 구조물 관리부실 등 정량적으로 표출하기 어려운 사항들을 회귀분석 방법으로 적용하기에는 기본적인 한계가 있다. 마지막으로 재해구호물자 비축기준을 산정하기 위해 미래예측 방법 중에서 통계학적 모델링 기법인 회귀분석 방법을 사용하였는데, 산정방법인 통계예측의 한계로는 다음과 같은 것이 문제점이 있다(두남, 2014).

첫째, 반복실험이 불가능하며 연구자의 의도와 무관하게 자료의 속성과 형태가 정해져 있어 과거의 규칙성을 찾아내어 미래의 트렌드를 예측하는데 한계가 있다.

둘째, 자료를 수집하는 과정에서 발생 가능한 오차나 이론과 실제 자료 사이에서 발생하는 특정 오차를 인위적으로 통제하여 신뢰도를 높이는데 다소 어려움이 있다

셋째, 기초자료가 생성되어지는 시점에서의 모집단과 예측하고자 하는 현재의 모집단을 일치시키기 어렵고, 수집된 기초 자료가 반드시 정상분포 할 것이라고 단정하거나 가정하기 어렵다.

넷째, 자료의 규칙성을 찾기 위해 관측된 값보다 더 많은 자료가 필요하더라도 이를 확보할 수 없다는 한계점을 가지며 인과관계에서 객관적인 자료보다 연구자의 주관적 판단에 의존할 수밖에 없다.

4.2 비축기준의 합리적인 산정방안

재해 구호물자 비축기준을 산정한다는 것은 미래에 발생 가능한 재해에 대비해 이재민에게 지급하

게 될 재해구호 물자의 수량을 추정하여 결정하는 것으로써 일종의 미래 예측방법을 적용하는 것이다. 미래는 아직 현실화 되지 않는 사건 또는 상황이라 할 수 있다. 일반적으로 보면 미래는 아직 정해져 있지 않는 상태라 말하는 것이 옳을 것이다. 미래를 결정하는 요소가 매우 다양하고, 이것들이 시간에 따라 동적으로 상호작용한다는 점을 무시할 수 없기 때문이다. 재해구호물자 비축기준 산정을 위해서 활용한 통계적 기법의 경우 단기 예측에서는 신뢰도가 높지만 장기적인 예측에는 다소 한계가 있다.

우선 과거자료를 토대로 이재민 수 추정과 관련된 강우량, 인구밀도, 피해액뿐만 아니라 침수정보 등 다양한 인자에 대한 고려가 필요하다. 아울러, 계량화가 어려운 치수 구조물의 오작동, 구조물 관리 부실 등에 대해서도 변수가 추가되어야 된다고 판단된다.

미래 예측과 관련하여 시간의 흐름에 따라 변화하는 자연 또는 사회적인 현상들 중에서는 일정한 규칙성을 가지고 있는 것들이 있는가 하면 대부분은 불규칙성을 가지고 있기 때문이다. 그러므로 통계를 이용하여 이러한 불규칙성 들을 처리하기 위해서는 허용된 범위 내에서의 적절한 변환을 통해 어느 정도의 규칙성을 갖도록 자료를 변환시킨 다음에 모형을 구축해 나갈 필요가 있다.

따라서 분석에 사용될 자료는 객관적이며 예측이 가능한 자료이어야 한다. 또한, 예측의 결과가 얼마나 신뢰 받을 수 있는가를 사전에 판단하는 것은 매우 어렵기 때문에 과거의 자료가 정확하게 수집되었는지, 충분한 기간 동안 축적된 자료인지 사전에 충분히 검토해야 할 것이다.

결론적으로, 재해구호물자 비축기준 산정과 관련하여 ‘미래를 얼마나 정확히 예측할 수 있을까?’ 하는 문제는 세 가지와 관련이 있다. 첫째, 예측하는 담당자의 지식과 경험이 중요하다. 둘째, 어떤 데이터를 사용하느냐와 관계인데, 정확하고 풍부한 데이터를 활용하는 것이 중요하다. 마지막으로 어떤 방법을 이용 하느냐 인데, 다양한 미래 예측방법들 중에서 가장 적합한 방법을 선택하여 이용하는 것도 매우 중요하다(두남, 2014).

5. 결 론

본 연구에서는 서울특별시를 대상으로 재해구호물자 비축기준 산정을 위하여 재해에 영향을 받는 재해 피해인자와 재해를 유발하는 재해 유발인자로 나누어 회귀분석을 실시하였다. 재해 피해인자(이재민수와 피해액) 및 재해 유발인자(강우량과 인구밀도 등)을 변수로 이재민수를 추정하였다. 그리고 이재민 수를 근거로 하여 보편적이고 합리적인 구호활동 수행을 위한 보정원칙을 적용하여 최종적으로 재해구호물자 비축 수량을 산정하였다. 이재민 숫자 추정과 관련하여 인명피해는 자연현상 외에도 인간행위에 영향을 받을 수 있기 때문에 오차가 발생할 수 있으며, 무작위 특성이 강한 이재민 수를 정확하게 예측한다는 데에는 분명 무리가 있을 수 있을 것이다. 따라서 이재민 수 추정과 관련된 강우량, 인구밀도, 피해액뿐만 아니라 침수정보를 포함한 계량화가 어려운 치수 구조물의

오작동, 구조물 관리 부실 등에 대해서도 함께 고려가 된다면 보다 합리적인 산정방안이 될 것이다. 본 연구와 같은 이재민 수 추정 방식을 통한 재해구호물자 비축기준을 제시하는 것은 미래 예측의 단초가 될 것으로 기대되며 이 분야에 대한 다양한 분석기법과 심도 있는 연구가 지속적으로 진행되기를 간절히 희망해 본다.

재해구호물자 비축기준 산정과 같은 미래 예측에 적용한 통계적 기법의 경우에 단기 예측은 신뢰도가 높지만 장기적인 예측을 시행함에 있어서는 한계가 있다는 점을 유의해야 한다. 마지막으로 재해구호물자 비축기준의 합리적인 산정을 위해서는 담당자의 지식과 경험, 정확하고 풍부한 데이터의 활용 및 미래예측 방식의 선택이 중요하다는 점이 밝혀졌다.

참고문헌

- 국립방재교육연구원(2010), 선진 이재민 구호제도 도입방안 연구,
 국민안전처(2015. 2), 국민안전처 주요통계, 자연재해 최근 10년간 피해현황 p. 162-163
 국민안전처(2015), 2015 재해구호계획 수립지침, pp. 23-30
 김동진 (2012) 대규모 재해시 구호물자 조달체계에 관한 연구, 연세대학교 공학대학원
 도서출판 두남(2014), 전략적 미래예측방법론, pp. 278-280
 박동균 (2011), 미국의 재해구호활동과 시스템: 특징 및 함의, 국가위기관리학회지, Vol. 3, No. 1, pp. 19-34.
 박종만 (2011), 재난관리 대비단계에 필요한 한국형 Rescue Kit 디자인 제안: 개인용 대비용품 중심으로, 홍익대학교
 서울시정개발연구원(2011), 2011 기상이변에 대비한 서울시 방재 패러다임 설정 연구, pp.18-25
 서울시정개발연구원(2011), SDI정책 리포트, 기상이변에 대응한 서울시의 수해방지전략, 제96호, pp. 1-3
 서정표 · 조원철(2014), 자연재해 구호물자관리 자동화시스템 구축 및 효과분석, 한국방재학회지, Vol. 14, No. 4, pp. 179-187
 양동민 · 장대원 · 김보경(2009), 재해구호물자 확보를 위한 시군구별 이재민수 추정, 한국재난관리 표준학회지, vol. 2, No. 4, pp. 14-18
 전명식(2006), 수리통계학, 자유아카데미, pp. 299-337
 허경옥 · 김기옥 · 이승신 · 박선영(2012), 에센셜 통계분석, 교문사, pp.175-177.