

# CSR 소비자이슈를 위한 생활용품 안전관리대상 유형 분류형태 연구

서정대\*†

## A Classification Study on the Consumer Product Safety Management Target for CSR Consumer Issues

Jungdae Suh\*†

### †Corresponding Author

Jungdae Suh

Tel : +82-31-750-5369

E-mail : jdsuh@gachon.ac.kr

Received : July 19, 2019

Revised : August 28, 2019

Accepted : September 30, 2019

**Abstract** : Among the themes for CSR(Corporate Social Responsibility), consumer issues include protecting the health and safety of consumers who purchase and use the products. In particular, ensuring product safety is a major theme of consumer issues for corporate social responsibility. Currently, the government implements the Electrical Appliances and Consumer Products Safety Control Act for product safety management and selects products that may harmful to consumers as safety control items, and manages the products by designating them as 4 types of safety certification, safety confirmation, supplier conformity verification, and safety standard compliance. In this paper, we propose management plans for the establishment of a more reasonable classification type of safety management target for 48 items of consumer products to be controlled by the act, and confirm the validity of the plan. First, we perform cluster analysis using data for CISS (Consumer Injury Surveillance System) to derive a new classification type of the safety management target. Next, we compare the results of the cluster analysis with the classification type of the act and the existing scenario classification method RAS (Risk Assessment by Scenario) and the causal network method RAMP (Risk Assessment Method based on Probability). Based on these results, we propose two new plans of safety management target classification and verify its validity.

Copyright©2019 by The Korean Society of Safety All right reserved.

**Key Words** : CSR(corporate social responsibility), product safety, injury information, cluster analysis, classification

### 1. 서론

최근 주위의 일상생활에서 제품안전 관련 사고가 끊임없이 발생되면서 소비자의 안전이 위협받고 있다. 얼마 전 발생한 가슴기 살균제, 침대 매트리스, 휴대용 배터리, 이케아 서랍장 사고 등은 대표적인 제품안전 관련 사고이다. 제품의 공급사슬이 글로벌화 되고 유통경로 또한 직구, 병행수입, 구매대행 등으로 다변화되면서 소비자 안전을 위협하는 환경은 더욱 복잡해지고 있다. 제품안전 사고는 재산피해 뿐만이 아니라 소비자의 건강과 생명에 심각한 위협이 되는 측면에서 중요하게 다루어져야 한다.

안전한 제품을 제조·수입하고 유통시킴으로써 소

비자 안전을 확보하는 것은 기업의 중요한 사회적 책임의 영역이다. 기업의 사회적 책임(CSR; Corporate Social Responsibility)을 위해서 2010년 ISO(International Organization for Standardization)는 지배구조, 인권, 노동관행, 환경, 공정운영, 소비자이슈, 지역사회 참여 등의 7가지 핵심주제를 제시한 바 있으며, 이 중 소비자 이슈는 제품을 구매하고 사용하는 소비자에 대한 건강 및 안전의 보호를 포함하고 있다<sup>1)</sup>. CSR 관련 또 다른 보고서로서 1997년 유엔환경계획(UNEP)에 의해 창설된 국제기구인 GRI(Global Reporting Initiative)에서 전 세계에 걸쳐 표준화된 기업 지속가능보고서 가이드라인을 개발, 보급하고 있다<sup>2)</sup>. GRI 가이드라인은 경제, 환경, 인권, 노동, 사회와 함께 고객보건과 안전을 주요

\*가천대학교 경영학과 교수 (Department of Business Administration, Gachon University)

내용으로 제시하고 있다. 이와 함께 CSR 이행을 위한 글로벌 기업들의 자발적인 국제기준인 UN Global Compact<sup>3)</sup>에서도 인권, 노동, 환경, 반부패 등 4개 행동 영역을 제시하면서 소비자 안전을 강조하고 있으며, OECD 다국적기업 가이드라인<sup>4)</sup>에서도 다국적기업의 행동규범을 제시하면서 소비자 안전을 통한 소비자 권익을 강조하고 있다. 이렇게 볼 때 제품안전을 확보하는 일은 기업의 사회적 책임을 위한 소비자이슈의 중요한 주제임을 알 수 있다.

현재 정부는 기업으로 하여금 안전한 제품을 제조·수입하고 유통할 수 있도록 제도적으로 지원하고 있다. 정부는 제품의 시장 출시 전과 시장 출시 후의 관리로 구분하여 관련된 정책을 시행하고 있다. 제품이 시장에 출시되기 전에는 두 가지 법령을 통하여 관리하고 있다. 만 13세 이하의 어린이가 사용하는 제품에 대해서는 ‘어린이제품안전특별법’에 의하여 어린이제품을 관리하고 있으며, 그 외의 일반 생활제품에 대해서는 ‘전기용품 및 생활용품 안전관리법’을 통하여 관리하고 있다<sup>5-6)</sup>. 제품이 시장에 출시된 이후는 ‘제품안전기본법’을 적용하고 있으며, 제품안전기본법에서는 주로 시장감시를 위한 안전성조사와 리콜관련 사항을 다루고 있다<sup>7)</sup>.

‘전기용품 및 생활용품 안전관리법’(약칭 전안법)은 2018년 7월 1일 개정, 시행되고 있으며, 전기용품 및 생활용품의 안전관리를 위해 관리대상 품목에 대해 시장 출시 전에 안전인증, 안전확인, 공급자적합성확인 품목으로 지정하여 제조자(수입자)가 시장에 출시하기 전에 제품시험을 통하여 안전기준에 적합함을 확인하여 KC 마크를 표시하게 하고 있다. 의류와 장신구 등 소기업 및 소상공인들의 종사 비중이 높은 일부 품목에 대해서는 안전기준준수대상으로 지정하여 제품시험 및 KC 마크 표시를 면제하고 있다. 현재 전안법에서는 순수 생활용품 48품목에 대하여 안전인증(3품목), 안전확인(15품목), 공급자적합성확인(11품목), 안전기준준수대상(19품목)으로 분류하여 관리하고 있다<sup>6)</sup>.

본 논문에서는 전안법에서 관리대상으로 지정하고 있는 순수 생활용품 48품목에 대하여 보다 합리적인 안전관리대상 유형 설정을 위한 관리방안을 제시하고 그 타당성을 확인해 보고자 한다. 이를 위하여 먼저 현행 안전관리대상 유형을 확인하고, CISS(Consumer Injury Surveillance System) 위해데이터를 사용한 군집분석을 실시하여 새로운 안전관리대상 유형 분류형태 결과를 도출한다. 다음으로 군집분석 결과와 현행 전안법 분류형태 및 기존 분류기법과의 성과척도를 비교해 본다. 기존 분류기법으로는 대표적으로 시나리오 기반의

RAS(Risk Assessment by Scenario)와 인과네트워크 기반의 RAMP(Risk Assessment Method based on Probability)를 사용한다(RAS와 RAMP는 2절에 소개됨). 이러한 결과를 바탕으로 새로운 2가지 안전관리대상 유형 분류방안을 제시하고 기존의 전안법 분류형태, RAS, RAMP, 그리고 군집분석 분류결과와 성과척도를 비교해 봄으로써 그 타당성을 확인해 본다.

본 논문의 구성은 1절 서론에 이어 2절 연구배경에서는 각 국의 제품안전 관리정책과 함께 RAS, RAMP를 포함한 리스크 평가 관련 내용을 살펴본다. 3절에서는 CISS 소비자 위해데이터를 분석하고 군집분석을 적용하여 적절한 개수의 군집으로 분류하며, 4절에서는 전안법 및 군집분석을 포함한 5가지 관리대상 유형분류 결과들의 성과척도를 분석하여 새로운 형태의 관리대상 유형분류 방안을 제시하고 그 결과를 비교한다. 5절은 결론으로서 논문의 결론과 시사점을 제시한다.

## 2. 연구 배경

### 2.1 제품안전 관리정책

본 절에서는 소비자의 안전을 확보하기 위한 각 국의 제품안전 관리정책에 대해 살펴본다. 미국은 1973년 설립된 CPSC(Consumer Product Safety Commission)에서 소비제품안전법 및 연방유해물질법 등에 근거하여 제품안전관리를 총괄, 수행하고 있다<sup>8)</sup>. 제3자 적합성확인, 자기 적합인증서, 제조물이력표시, 경고표시의무, 독극물예방포장 등의 강제이행과 강제기준이 없는 경우 자발적 표준을 준수하도록 권고하고 있다. 제품의 자발적 표준이 상해경감에 도움이 된다고 인정되는 경우에는 관련표준을 연방기준으로 지정하여 강제기준으로 운영하고 있다.

EU의 경우 EC(European Commission)의 CHAFAE(Consumers, Health, Agriculture and Food Executive Agency)에서 소비자 권리, 보건, 식품안전 등을 총괄 관리하고 있다<sup>9)</sup>. CHAFAE에서 GPSD(General Product Safety Directive)에 근거하여 지침을 제정하면 회원국은 관련 국내법을 지침에 맞게 운영한다. 자기적합 선언, 제3자 적합성 선언으로 강제인증을 운영하며 제품별 지침에서 정한 적합성 심사절차에 따라 CE 인증마크를 부여한다.

일본은 경제산업성(METI; Ministry of Economy, Trade and Industry) 산하의 NITE(National Institute of Technology and Evaluation)에서 제품안전과 관련된 전반적인 업무를 담당하고 있다<sup>10)</sup>. 제품의 안전인증 및 공급자적합성 확인제도와 함께 제품 출시 후의 시장감

시 활동을 수행하고 있다. 또한 사업자가 신청할 경우 안전기준을 설정하고 안정성이 입증된 제품에 대해서는 임의인증 마크를 부여해 준다.

한국의 경우 2018년 7월 1일 시행된 전안법에 의하여 전기용품 173품목, 순수 생활용품 48품목을 포함한 생활용품 77품목에 대하여 시장출시 전에 안전성 여부를 확인하고 있다<sup>6)</sup>. 현재 안전인증, 안전확인, 공급자 적합성확인 대상 품목은 제품검사와 KC마크를 표시해야 하며 안전기준준수 대상 품목은 제품시험, KC 마크 표시가 면제된다. 또한 안전인증 대상 2품목(가스라이터, 비비탄총)을 제외한 나머지 품목은 KC 마크 없이도 구매대행이 가능하다.

또한 어린이제품으로 인한 어린이 안전사고가 매년 증가함에 따라 어린이제품 안전관리를 위해 어린이제품안전특별법이 제정, 시행되고 있다<sup>5)</sup>. 만 13세 이하의 어린이가 사용하는 36품목이 안전관리대상으로 지정되어 있으며, 안전인증(어린이용 물놀이기구 등 4품목), 안전확인(유아용 섬유제품 등 17품목), 그리고 공급자 적합성확인(어린이용 가죽제품 등 15품목)의 3가지 유형으로 관리되고 있다.

제품이 시장에 출시된 이후에는 제품안전기본법에 의하여 안전성조사를 실시하고 안전기준을 위반하였거나 소비자 위해의 정도가 높은 제품에 대해서는 리콜 조치를 취하고 있다<sup>7)</sup>. 제품의 안전사고가 발생한 경우에도 안전성조사를 실시하여 리콜 여부를 결정한다.

## 2.2 제품 리스크평가

제품을 안전관리대상 유형으로 분류하여 사전인증 업무를 수행하거나 유통 중 제품에 대하여 안전성 조사를 실시하기 위해서는 제품의 리스크 평가가 선행되어야 한다. 리스크 평가를 위한 기법 현황을 살펴보면, 먼저 대표적인 리스크 평가 기법으로 EU의 RAPEX (Rapid Exchange of Information System)의 RAG(Risk Assessment Guideline)를 들 수 있다<sup>11)</sup>. RAPEX는 소비자 보호를 위하여 2004년 CHAFAEA의 GPSD에 기초하여 위험한 제품에 대한 신속 경보를 발령하는 시스템으로서, EU 내의 각 국가기관이나 제조자와 유통자에 의해 이루어지는 제품 리콜과 같은 정보를 신속하게 교환한다<sup>9)</sup>. RAG는 제품의 사용 과정 중에 발생할 수 있는 위해 시나리오를 기반으로 제품의 리스크를 평가한다. RAG는 리스크 평가를 위하여 위험그룹 및 위험 설정, 소비자 유형 설정, 위험이 소비자에게 끼친 부상 명세, 부상 심각도 및 부상확률을 설정한 후 전체 시나리오의 발생 확률을 추정하여 리스크를 결정한다.

일본의 경우 제품 리스크 평가를 위하여 사고사례에

기반한 R-Map 기법을 적용하고 있다<sup>12)</sup>. R-Map 기법은 일과기련(일본과학기술연맹, Union of Japanese Scientists and Engineers)의 리스크평가 실천연구회에서 개발된 방법으로서 리스크를 가시화하는 방법이다. R-Map은 위해의 정도를 나타내는 가로축과 발생빈도를 나타내는 세로축으로 구성된 매트릭스를 사용하여 리스크의 크기를 평가하는 방법으로 수용할 수 없는 리스크 영역과 안전한 영역을 시각적으로 표현한다. R-Map은 과거부터 수집된 사고사례를 기반으로 누적가동대수와 사고발생빈도를 산출하여 리스크를 평가한다. 평가를 위해 대상제품을 확인하고 R-Map 가로/세로축을 결정하여, 누적 가동대수와 사고발생빈도를 산출하고 부상 심각도 결정하여 최종적으로 리스크를 결정한다. R-Map은 그 유효성이 인정되어 일본 내에 도입하는 기업이 빠르게 증가하고 있으며, 경제산업성에서는 2008년 4월부터 보고된 제품사고에 대해서 R-Map에 의해 리스크 평가를 실시하고 리콜 필요성 판단에 활용하고 있다.

제품 리스크 평가와 관련하여 한국에서는 시나리오 기반의 평가 기법인 RAS(Risk Assessment by Scenario)가 제시된 바 있다<sup>13-14)</sup>. RAS는 제품의 위해를 일반상해 및 유해물질에 의한 위해로 구분한 다음 각 경우에 대하여 발생 가능한 위해 시나리오를 도출하여 리스크를 평가한다. 시나리오 도출 시 시나리오를 구성하는 요인으로 구분하여 사용주체, 사용빈도 및 사용환경, 제품결합, 그리고 위해경로 등이 포함될 수 있게 한다. 그 다음 각 시나리오별로 5가지 구성요인에 대하여 요인별 확률이 구해진 다음 전체 시나리오의 확률이 구해진다. 이와 함께 시나리오의 부상 심각도가 구해지고 시나리오 확률 및 부상 심각도를 바탕으로 제품 리스크가 결정된다. 여러 시나리오 중 가장 높은 리스크를 주는 시나리오의 리스크가 최종적으로 제품 리스크로 결정된다.

시나리오 기반 이외의 모델로서 제품결합에 대하여 제품고장분석기법을 활용하고 부상확률의 정량화를 위해 베이지안 네트워크기법을 적용한 모델이 제시되면서 사고발생 제품에 대한 리스크를 평가하기도 하였다<sup>15)</sup>. 이와 함께 인과네트워크 기반의 리스크 평가도 구로서 제품 리스크에 영향을 미치는 여러 요인들 간의 인과관계를 반영한 확률적 모델링 기법인 RAMP (Risk Assessment Method based on Probability)가 제시된 바 있다<sup>16-17)</sup>. RAMP는 제품 리스크에 영향을 미치는 여러 요인들, 즉, 제품결합요인, 사용환경요인, 사고발생, 그리고 부상발생 간의 인과관계를 반영하여 리스크를 결정한다. RAMP는 제품의 사고발생에 영향을 미칠 수 있는 제품결합요인을 도출하고 제품의 사용환경

과 관련된 사용환경요인을 도출한 다음 제품결함요인과 사용환경요인으로 사고발생확률을 구하고 사고발생확률로 부상발생확률을 결정한다. 최종적으로 부상발생확률과 부상심각도를 조합하여 제품의 최종 리스크를 결정한다. 이 모델은 시나리오 기반 기법의 단점을 극복하고 있으나 제품결함 및 조건부확률 도출 과정에서 주관적 확률을 적용하는 한계점을 가지고 있다. 한편 어린이제품의 리스크 평가와 관련하여 기존의 사고기록을 바탕으로 네트워크 구조와 확률을 구하여 리스크를 평가하는 모델이 제시되기도 하였다<sup>18)</sup>. 이 모델은 사고관련 데이터로 제품결함요인과 결함발생확률을 도출하고 부상발생비율과 부상치료기간비율로 부상확률 및 부상심각도를 구하여 리스크를 평가한다.

이 외에도 FMEA(failure mode and effect analysis) 모델에서 고장 심각도의 탐지시간과 관련된 위험성 평가<sup>19)</sup> 및 제품의 분해 및 조립 과정에서 상해의 위험성을 평가하는 연구도 있다<sup>20)</sup>.

### 3. 군집분석 적용

본 절에서는 현행 전안법에서 안전인증, 안전확인, 공급자적합성확인, 안전기준준수의 4가지 유형으로 관리되고 있는 생활용품 48품목에 대하여 군집분석을 적용하여 새롭게 관리대상 유형을 분류해 본다. 이를 위하여 본 논문에서는 한국소비자원의 CISS 소비자 위해데이터((2010년~2018년 자료 약 640,000건)를 분석하여 제품사고와 연관된 위해정보를 도출하고 이러한 정보를 이용하여 군집분석을 실시하였다. CISS는 제품사용 중 발생하는 소비자 위해데이터를 전국의 소방서, 병원, 소비자상담센터 등에서 접수받아 이를 분류, 가공하여 분기별로 제공하고 있다<sup>21-22)</sup>. CISS 소비자 위해데이터에는 위해자연령, 위해자성별, 품목분류, 위험 및 위해원인, 발생장소, 위해부위 등이 포함되어 있으며, 이 데이터에 국가기술표준원의 위해정보 분석시스템을 적용하여 품목별 사고연령비율, 사고유형, 부상유형, 위해치료기간, 사고경로 등의 위해정보를 구할 수 있다<sup>18)</sup>.

위해정보 분석시스템에 의해 도출된 위해정보를 사용하여 군집분석을 실시하여 생활용품 48품목의 위해 특성에 따라 안전관리대상 유형으로 분류해 본다. 군집분석을 위해서 본 논문에서는 SPSS 25를 사용하였다. 군집분석이란 개체들의 특성을 대표하는 몇 개의 변수들을 기준으로 다차원 공간에서 개체들의 유사성과 상이성에 근거하여 유사한 특성을 가진 그룹(군집)으로 세분화하는 다변량분석 방법이다<sup>23)</sup>. 유사성 정도의 측

도로는 개체 사이의 거리를 사용하여 나타내고, 상대적으로 거리가 가까운 개체들은 동일 군집으로 분류된다.

본 논문에서는 생활용품의 위해정도에 영향을 미치는 요인으로, 사고발생건수, 평균위해치료기간, 그리고 어린이사고 발생비율, 고령자사고 발생비율의 4가지 정보를 기준변수로 사용하였다. 사고발생건수 및 평균위해치료기간은 소비자의 안전에 주요한 영향을 미치는 제품안전 요인이 된다. 어린이사고 발생비율은 유아(만1~3세)와 어린이(만4~13세) 사고를 합하여 계산하며, 고령자 사고 발생비율은 만 60세 이상의 사고발생 비율로 계산하였다.

위해정보 분석시스템을 통하여 현행 안전관리대상 생활용품 48품목에 대하여 사고발생건수(number of accident), 평균위해치료기간(injury treatment period)(일), 어린이사고 발생비율(child percent)(%), 그리고 고령자 사고 발생비율(aged percent)(%)을 Table 1과 같이 정리하였다. 이러한 4가지 정보를 사용하여 군집분석을 실시하였다. 이러한 정보를 사용한 이유는 RAS에서 시나리오를 구성하는 주요 변수로 사용되고 있으며, RAMP에서 사용환경요인 구성과 리스크 결정과정에서 주요 변수가 되며 위해치료기간이 부상심각도에 대응하기 때문이다.

Table 1. Hazard information for 48 consumer items

No	Product	num of accident	injury treatment period	child percent	aged percent	vulnerable percent
1	gas lighter	94	8.55	20.21	2.13	22.34
2	watering device	31	6.00	45.16	0.00	45.16
3	BB gun	170	3.22	94.12	0.00	94.12
4	aged walk assist	21	3.81	0.00	95.24	95.24
5	aged walk device	42	7.69	2.38	73.81	76.19
6	digital doorlock	4	5.13	0.00	0.00	0.00
7	rollersports protect	20	4.14	9.09	0.00	9.09
8	snowboard	890	7.38	5.34	0.10	5.44
9	skateboard	514	5.94	53.36	0.00	53.36
10	ski outfit	1,046	6.91	17.24	1.55	18.79
11	two wheels bike	5,486	7.01	11.67	13.36	25.03
12	fitness equipment	382	7.32	21.45	10.72	32.17
13	port laser goods	1	1.00	0.00	0.00	0.00
14	riding safety cap	13	1.88	7.69	0.00	7.69
15	sports safety cap	6	2.00	1.67	0.00	1.67
16	heat pack	6	3.50	0.00	16.67	16.67
17	nursing pad	14	6.93	0.00	0.00	0.00
18	oil furnace	1	4.00	0.00	0.00	0.00
19	roller skate	809	6.35	81.24	0.73	81.97
20	roller shoe	4	8.63	100.0	0.00	100.0
21	motor boat	6	3.00	0.00	16.67	16.67
22	window blind	67	5.45	48.57	5.71	54.28
23	double eyelid tape	2	1.00	0.00	14.29	14.29
24	eyelashes shaper	9	4.67	0.00	0.00	0.00
25	false eyelashes	38	5.07	0.00	0.00	0.00
26	shopping cart	1,049	5.59	76.75	2.03	78.78

27	portable ladder	794	6.93	4.11	34.82	38.93
28	inline roller skate	809	6.35	81.24	0.73	81.97
29	kickboard	683	3.63	76.35	0.13	76.48
30	furniture	2,830	8.90	72.23	2.28	74.51
31	ease clotheshorse	62	2.31	59.68	1.61	61.29
32	sunglasses	23	6.20	17.40	0.00	17.40
33	glasses frame	323	6.49	33.94	2.45	36.39
34	tent	73	6.25	36.49	1.35	37.84
35	aged shoes	35	2.46	2.86	17.14	20.00
36	aged stick	21	9.27	18.19	54.55	72.74
37	aged wheelchair	0	0.00	0.00	0.00	0.00
38	aged bath chair	59	8.35	36.06	29.51	65.57
39	aged geolocator	0	0.00	0.00	0.00	0.00
40	swimming goggles	26	7.19	70.30	0.00	70.30
41	reflect safety vest	3	0.00	0.00	0.00	0.00
42	stainless loofah	7	7.29	0.00	0.00	0.00
43	blind stick	20	11.82	20.00	60.00	80.00
44	bed mattress	53	0.96	39.63	5.66	45.29
45	umbrella/parasol	398	7.06	41.21	3.27	44.48
46	portable alarm	5	0.80	20.00	0.00	20.00
47	metal jewelry	67	2.54	79.10	0.00	79.10
48	wallpaper/linoleum	6	3.33	16.67	0.00	16.67

먼저 계층적 군집분석을 실시하여 적절한 군집의 개수를 추정해 보았다. 본 논문에서는 거리 측도로 제곱 유클리디안을 사용하고, 군집화 방법으로 Ward 방법을 사용하였다. 전안법에 의하면 생활용품을 현재 4개의 유형으로 분류하고 있어, 이렇게 4개 유형으로 분류하는 것이 타당성이 있는지 확인해 보고자 계층적 군집 분석을 실시하였다. 계층적 군집분석 결과 도출된 군집화 일정표와 덴드로그램에 의해 4~5개의 군집이 적절하다고 판단되어, 이에 맞추어 군집개수를 4~5개 정도로 설정하여 K-평균 군집분석을 실시하였다.

군집 개수를 4로 설정하여 비계층적(K-평균) 군집분석을 수행하였다. 수행 결과 품목별 군집 분류 형태는 Table 2의 4var 4clst 열에 나타나 있다. 분산분석 결과는 Table 3에 나타나 있으며, 군집 간 변수의 차이가 유의하여 군집 간 차이가 있음을 알 수 있다. 군집 간 분류 변수인 사고발생건수, 평균위해치료기간, 그리고 어린이사고 및 고령자사고 발생비율은 표준화 점수를 사용하고 있다. 최종 군집중심과 군집별 케이스 수는 Table 4에 나타나 있으며, 최종 군집중심은 각 군집별 중심 값을 나타낸다.

Table 2. Type of cluster classification by item

Item	4var		3var		2var
	4clst	5clst	4clst	5clst	6clst
1	4	4	3	3	4
2	2	4	3	3	5
3	2	2	2	4	5
4	3	3	2	4	5
5	3	3	2	3	4
6	4	5	4	5	5
7	4	5	4	5	5

8	4	4	3	2	3
9	2	2	2	3	3
10	4	4	3	2	3
11	1	1	1	1	1
12	4	4	3	3	3
13	4	5	4	5	6
14	4	5	4	5	6
15	4	5	4	5	6
16	4	5	4	5	5
17	4	4	3	5	4
18	4	5	4	5	5
19	2	2	2	4	3
20	2	2	2	3	4
21	4	5	4	5	5
22	2	4	2	3	5
23	4	5	4	5	6
24	4	5	4	5	5
25	4	5	4	5	5
26	2	2	2	4	3
27	4	4	3	2	3
28	2	2	2	4	3
29	2	2	2	4	5
30	2	2	3	2	2
31	2	2	2	4	6
32	4	4	3	5	5
33	4	4	3	3	3
34	4	4	3	3	5
35	4	5	4	5	6
36	3	3	2	3	4
37	4	5	4	5	6
38	4	4	2	3	4
39	4	5	4	5	6
40	2	2	2	3	4
41	4	5	4	5	6
42	4	4	3	5	4
43	3	3	2	3	4
44	4	5	4	5	6
45	2	4	3	3	3
46	4	5	4	5	6
47	2	2	2	4	6
48	4	5	4	5	5

(note) var: variable, clst: cluster, 4var: 4 variable, 3var: 3 variable, 2var: 2 variable, 4clst: 4 cluster, 5clst: 5 cluster, 6clst: 6 cluster

Table 3. ANOVA for 4 factors and 4 clusters

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Sq	df	Mean Sq	df		
number of accident	11.74	3	.268	44	43.84	<.001
injury treatment period	2.88	3	.871	44	3.31	.028
child accident percentage	12.41	3	.222	44	55.95	<.001
aged accident percentage	12.92	3	.187	44	69.18	<.001

사고발생건수, 평균위해치료기간, 어린이사고 발생 비율, 고령자사고 발생비율을 사용하여 4개의 군집으로 분류한 경우, 각 품목이 소속되는 군집의 특성은 다음과 같다. 즉, 군집1은 이륜자전거 한 품목으로서 사



**Table 4.** Final cluster centers and number of cases for 4 factors and 4 clusters

	Cluster						
	1	2	3	4			
number of accident	5.69	.20	-.24	-.36	Cluster	1	1.0
injury treatment period	.71	.23	-.28	1.11		2	14.0
child accident percentage	-.51	1.37	-.56	-.56		3	29.0
aged accident percentage	.17	-.41	-.21	2.9		4	4.0
					Valid		48.0
					Missing		0.0

고발생건수가 특별히 높은 경우이며, 군집2는 어린이 사고 발생비율이 높은 품목들이며, 군집3은 고령자사고 발생비율이 높은 품목들이며, 마지막으로 군집4는 그 외의 경우로서 어린이사고 발생비율과 고령자사고 발생비율은 낮지만 사고발생건수 및 평균위해치료기간에 대해서는 특별한 특징을 나타낼 수 없는 품목들로 구성된다.

위와 같이 4개 군집으로 분류할 경우에는 사고발생건수 및 평균위해치료기간 변수의 특징을 반영할 수 없는 결과가 도출되기 때문에 바람직한 군집분류의 형태라고 보기 어렵다. 또한 ANOVA에서 평균위해치료기간의 유의수준이 0.028로 나타나 0.05 수준에서는 유의하지만 0.01 수준에서는 유의하지 않기 때문에 5개 군집으로 새로이 분류해 본다. 5개 군집으로 분류한 결과, 품목별 군집 분류 형태는 Table 2의 4var 5clst 열에 나타나 있으며 분산분석 결과는 Table 5에 나타나 있다. 마찬가지로 군집 간 변수의 차이가 유의하여 군집 간 차이가 있음을 알 수 있다.

5개 군집으로 분류한 경우, 군집1은 4개 군집 분류와 마찬가지로 사고발생건수가 특별히 높은 이륜자전거에 해당하며, 군집2는 어린이사고 발생비율이 높은 품목들, 군집3은 고령자사고 발생비율이 높은 품목들, 군집4는 어린이사고와 고령자사고 발생비율은 상대적으로 낮고, 평균위해치료기간이 상대적으로 긴 품목들, 마지막으로 군집5는 평균위해치료기간, 어린이사고 발생비율, 고령자사고 발생비율은 상대적으로 낮은 품목

**Table 5.** ANOVA for 4 factors and 5 clusters

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Sq	df	Mean Sq	df		
number of accident	9.16	4	.240	43	38.16	<.001
injury treatment period	7.00	4	.442	43	15.84	<.001
child accident percentage	9.72	4	.188	43	51.65	<.001
aged accident percentage	9.72	4	.188	43	51.64	<.001

들, 그러나 사고발생건수의 경우 다른 군집과의 구분이 명확하지 않은 품목 집단으로 구성된다.

5개 군집의 경우 4개 군집에 비해 집단 분류는 잘 되나 군집1과 군집4가 각각의 명확한 특징으로 군집을 분류하고 있어 사고발생건수 및 평균위해치료기간 변수의 차이가 뚜렷하게 나타나고 있지 않음을 알 수 있다. 즉, 군집 1, 3, 4에서 사고발생건수 및 평균위해치료기간의 차이가 뚜렷하지 않으며, 특히 사고발생건수의 경우는 군집 1, 3, 4, 5에서 뚜렷한 차이가 없이 서로 혼재되어 있는 것을 알 수 있다.

따라서 어린이사고 발생비율과 고령자사고 발생비율을 합하여 취약계층사고 발생비율로 통합하여 3개의 변수를 사용하여 군집분석을 실시해 보았다. Table 1의 마지막 열에 취약계층사고 발생비율(vulnerable percent)이 나타나 있다.

먼저 3개의 변수(사고발생건수, 평균위해치료기간, 취약계층사고발생비율)를 사용하여 4개의 군집으로 분류해 본다. 분류한 결과는 Table 2의 3var 4clst 열에 나타나 있다. 분산분석 결과는 Table 6에 나타나 있으며, 군집 간 차이가 유의하다는 것을 알 수 있다.

4개 군집 분류의 결과, 군집1은 사고발생건수가 특별히 높은 이륜자전거에 해당하며, 군집2는 취약계층사고 발생비율이 높으며, 사고발생건수와 평균위해치료기간은 중간 수준인 품목들, 군집3은 평균위해치료기간이 긴 품목들, 그리고 군집4는 그 외의 경우로서 3개 변수 값이 전체적으로 낮은 수준의 품목들로 구성된다.

4개 군집 분류의 경우 군집2에서 취약계층사고 발생비율이 높은 품목으로 그룹 형성이 되다보니 사고발생건수가 높은 경우(예, 쇼핑카트) 및 평균위해치료기간이 높은 경우(예, 시각장애인용 지팡이) 등이 동일한 그룹으로 분류되는 현상이 발생하였으며, 또한 군집 3에서도 사고발생건수와 취약계층사고 발생비율 범위의 차이가 크게 나타나는 현상이 발생하였다(예, 수유패드, 가구, 스테인레스 수세미). 이에 따라 군집 개수를 5로 설정하여 새로이 군집 분류를 실시해 보았다.

**Table 6.** ANOVA for 3 factors and 4 clusters

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Sq	df	Mean Sq	df		
number of accident	11.87	3	.259	44	45.89	<.001
injury treatment period	8.59	3	.482	44	17.84	<.001
vulnerable percentage	12.37	3	.224	44	55.11	<.001

Table 7. ANOVA for 3 factors and 5 clusters

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Sq	df	Mean Sq	df		
number of accident	10.38	4	.127	43	81.98	<.001
injury treatment period	6.61	4	.478	43	13.83	<.001
vulnerable percentage	8.84	4	.270	43	32.77	<.001

5개 군집으로 분류해 본 결과는 Table 2의 3var 5clst 열에 나타나 있다. 분산분석 결과는 Table 7에 나타나 있으며, 마찬가지로 군집 간 차이가 유의하다는 것을 알 수 있다.

집 분류 시 사고발생건수에 대해서는 낮음(0~50), 중간(50~500), 높음(500~1,000), 매우높음(1,000~)으로 분류하며, 평균위해치료기간은 낮음(0~3), 중간(3~7), 높음(7~)으로, 그리고 취약계층사고 발생비율은 낮음(0~25), 중간(25~75), 높음(75~)으로 분류하였다.

5개 군집 분류의 결과, 군집1은 사고발생건수가 특별히 높은 이륜자전거에 해당하며, 군집2는 사고발생건수와 평균위해치료기간이 높으며 취약계층사고 발생비율이 중간 수준인 품목들이다. 군집3은 평균위해치료기간이 높으며, 사고발생건수와 취약계층사고 발생비율은 중간 수준인 경우이다. 다만 이 경우 사고발생건수와 취약계층사고 발생비율 중 어느 하나가 월등히 높은 수준일 경우 다른 하나는 상대적으로 낮은 수준을 보인다(예, 바퀴달린 운동화). 군집4는 사고발생건수는 중간 및 높은 수준, 평균위해치료기간은 중간 수준이며 취약계층사고 발생비율이 높은 경우이다(예외, 쇼핑카트 사고발생건수 높음, 고령자용보행보조차 사고발생건수 낮음). 군집5는 그 외의 경우로서 3개 변수의 값이 전체적으로 낮은 경우이다.

5개 군집 분류의 경우 4개 군집에 비하여 군집 간의 차이가 보다 명확하게 드러나는 것을 알 수 있다. 5개 군집 분류 결과에서 군집1과 군집2는 안전인증(5품목), 군집3은 안전확인(14품목), 군집4는 공급자적합성(8품목), 군집5는 안전기준준수대상(21품목)으로 분류해 볼 수 있을 것이다.

군집3과 군집4의 분류에서 안전확인과 공급자적합성과의 구분이 다소 분명하지 않은 측면이 있다. 위해치료기간을 중요하게 보는 관점에서 볼 때는 군집3이 안전확인, 군집4가 공급자적합성으로 분류될 수 있지만, 취약계층사고발생비율을 중요하게 보는 관점에서는 군집4가 안전확인, 군집3이 공급자적합성으로 분류되는 것이 타당하다고 볼 수 있다.

그러나 여전히 일부 품목에 있어서는 군집 분류의 일관성에서 벗어나고 있어(위에서 예로 언급한 몇몇 품목) 새로이 변수 개수를 2로 하여 군집분석을 실시해 보았다. 품목의 특성상 취약계층을 대상으로 하는 품목, 예컨대 고령자용 또는 시각장애인용 대상 품목은 취약계층사고 발생비율이 높을 수밖에 없기 때문에 취약계층사고 발생비율 변수를 제외하고 사고발생건수와 평균위해치료기간 2개의 변수만을 사용하여 군집분석을 실시해 보았다.

2개 변수를 사용하여 군집분석을 실시할 경우, 4개 군집으로 분류하면 이륜자전거와 가구 품목만 각각 하나의 군집으로 분류되고 나머지 품목들로 2개의 군집이 형성된다. 이 경우는 4가지 유형의 관리대상 분류에 적절하지 않아 5개 군집으로 분류해 보았다. 5개 군집으로 분류하면 사고발생건수의 구분이 뚜렷하게 나타나지 않는다. 따라서 6개 군집으로 다시 분류해 보았다. 6개 군집 분류한 결과가 Table 2의 2var 6clst 열에 나타나 있으며, 분산분석 결과 Table 8에서 군집 간 차이가 유의하다는 것을 알 수 있다.

Table 8. ANOVA for 2 factors and 6 clusters

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Sq	df	Mean Sq	df		
number of accident	9.12	5	.033	42	279.8	<.001
injury treatment period	8.16	5	.147	42	55.4	<.001

2개 변수 사용 시의 군집 분류기준은 3개 변수 사용 시와 마찬가지로 적용하였다. 6개 군집 분류의 결과, 군집1과 군집2는 사고발생건수가 특별히 높고 평균위해치료기간이 높은 이륜자전거와 가구에 해당하며, 군집3은 사고발생건수와 평균위해치료기간 높은 품목들에 해당한다. 군집4는 사고발생건수가 낮고 평균위해치료기간이 높은 품목들로 구성된다. 군집5는 사고발생건수가 낮고 평균위해치료기간은 중간인 품목들에 해당한다. 여기에 예외로는 키포드가 있다. 군집6은 사고발생건수와 평균위해치료기간이 낮은 품목들로 구성된다.

2개 변수 6개 군집 분류의 경우 3개 변수 5개 군집의 경우와 같이 군집 간의 차이가 명확하게 드러나는 것을 알 수 있다. 2개 변수 6개 군집 분류 결과에서 군집1, 군집2, 군집3은 안전인증(12품목), 군집4는 안전확인(9품목), 군집5는 공급자적합성(15품목), 군집6은 안전기준준수대상(12품목)으로 분류해 볼 수 있을 것이다.

### 4. 관리대상 유형분류

본 절에서는 현행 전안법 관리대상 생활용품 48품목에 대하여 현행 분류기준, RAS 및 RAMP 기법, 그리고 3절에서 언급된 2가지 형태의 군집분석(3변수 5군집, 2변수 6군집)을 적용하여 관리대상 유형으로 분류하고, 그 결과를 비교해 본다. 그리고 그 결과를 바탕으로 새로운 2가지 관리대상 유형분류 방안을 제시하고 그 성과를 측정해 본다.

현행 전안법에서는 생활용품 48품목에 대하여 안전인증, 안전확인, 공급자적합성, 그리고 안전기준준수의 4가지 유형으로 분류하여 관리하고 있다. Table 9에서 둘째 열의 ESA(Electrical appliances and consumer products Safety control Act)는 현행 전안법에서 분류된 형태를 나타내고 있으며, cer(safety certification)은 안전인증, con(safety confirmation)은 안전확인, sup(supplier conformity verification)는 공급자적합성, 그리고 ssc(safety standard compliance)는 안전기준준수 대상을 의미한다.

Table 9에서 RAS는 RAS 기법<sup>13-14)</sup>, RAMP는 RAMP 기법<sup>16-17)</sup>에 의한 분류결과를 나타내고 있다. 두 기법 모두 분류대상을 S(Serious), M(Medium), L(Low), A(Acceptable)로 표시하고 있으며, S는 안전인증, M은 안전확인, L은 공급자적합성, A는 안전기준준수 대상을 의미한다.

3절의 군집분석 결과는 Table 9의 CA1과 CA2에 나타나 있다. CA1은 3변수 5군집, CA2는 2변수 6군집의 2가지 유형의 군집분석 결과에 의한 관리대상 분류형태를 나타내고 있다. CA1과 CA2는 각각 3변수 5군집, 2변수 6군집 조건을 적용하여 비계층적 군집분석을 적용하였다는 의미이며, 그 결과 도출되는 5군집과 6군집에 대하여 현행 전안법 분류형태인 안전인증, 안전확인, 공급자적합성, 안전기준준수에 일치시켜 4가지 관리대상 유형으로 분류한다.

CA1, CA2에서 4는 안전인증, 3은 안전확인, 2는 공급자적합성, 그리고 1은 안전기준준수 대상을 의미한다. CA1의 경우 Table 2의 3var 5clst 열에서 군집1, 2는 안전인증(4), 군집3은 안전확인(3), 군집4는 공급자적합성(2), 그리고 군집5는 안전기준준수(1)에 대응된다. CA2의 경우 Table 2의 2var 6clst 열에서 군집1, 2, 3은 안전인증(4), 군집4는 안전확인(3), 군집5는 공급자적합성(2), 그리고 군집6은 안전기준준수(1)에 대응된다.

Table 9의 CA1과 CA2 결과를 군집별로 재정리한 내용은 Table 10에 나타나 있다.

Table 9. Safety management target classification by 48 items.

Item	ESA	RAS	RAMP	CA1	CA2	GM	NP1	NP2
1	cer	A	S	3	3	2.70	4	3
2	cer	S	S	3	2	3.29	4	3
3	cer	S	S	2	2	3.03	4	3
4	con	L	M	2	2	2.35	2	2
5	con	A	L	3	3	2.22	3	2
6	con	A	L	1	2	1.64	1	2
7	con	M	A	1	2	1.78	1	2
8	con	M	M	4	4	3.37	3	3
9	con	M	L	3	4	2.93	3	3
10	con	M	L	4	4	3.10	3	3
11	con	L	M	4	4	3.10	3	3
12	con	A	M	3	4	2.55	3	3
13	con	L	A	1	1	1.43	1	1
14	con	L	M	1	1	1.78	3	2
15	con	M	M	1	1	1.93	3	2
16	con	A	M	1	2	1.78	3	2
17	con	A	A	1	3	1.55	1	2
18	con	A	A	1	2	1.43	1	1
19	sup	A	L	2	4	2.00	2	2
20	sup	M	L	3	3	2.55	3	3
21	sup	M	L	1	2	1.89	2	2
22	sup	S	M	3	2	2.70	3	3
23	sup	A	L	1	1	1.32	1	1
24	sup	M	A	1	2	1.64	1	2
25	sup	L	A	1	2	1.52	1	2
26	sup	L	M	2	4	2.49	3	2
27	sup	L	M	4	4	2.86	2	3
28	sup	L	M	2	4	2.49	2	2
29	sup	L	L	2	2	2.00	2	2
30	ssc	L	A	4	4	2.00	1	2
31	ssc	A	A	2	1	1.15	1	1
32	ssc	A	A	1	2	1.15	1	1
33	ssc	L	L	3	4	2.17	2	2
34	ssc	L	S	3	2	2.17	2	2
35	ssc	A	M	1	1	1.25	1	1
36	ssc	L	A	3	3	1.78	1	2
37	ssc	A	L	1	1	1.15	1	1
38	ssc	L	M	3	3	2.22	3	2
39	ssc	M	A	1	1	1.25	1	1
40	ssc	L	L	3	3	2.05	2	2
41	ssc	A	M	1	1	1.25	1	1
42	ssc	A	A	1	3	1.25	1	1
43	ssc	A	L	3	3	1.78	1	2
44	ssc	A	L	1	1	1.15	1	1
45	ssc	A	L	3	4	1.89	1	2
46	ssc	M	A	1	1	1.25	1	1
47	ssc	M	A	2	1	1.43	1	1
48	ssc	A	L	1	2	1.32	1	1

(note) ESA: Electrical appliances and consumer products Safety control Act, RAS: Risk Assessment by Scenario, RAMP: Risk Assessment Method based on Probability, CA1: Cluster Analysis1, CA2: Cluster Analysis2, GM: geometric mean, NP1: New Procedure1, NP2: New Procedure2



Table 10. Items by cluster for CA1 and CA2

CA1			CA2		
Cluster	Item	Product	Cluster	Item	Product
4*	8	snowboard	4*	8	snowboard
	10	ski outfit		9	skateboard
	11	two wheels bike		10	ski outfit
	27	portable ladder		11	two wheels bike
	30	furniture		12	fitness equipment
3*	1	gas lighter	3*	19	roller skate
	2	watering device		26	shopping cart
	5	aged walk device		27	portable ladder
	9	skateboard		28	inline roller skate
	12	fitness equipment		30	furniture
	20	roller shoe		33	glasses frame
	22	window blind		45	umbrella/parasol
	33	glasses frame		1	gas lighter
	34	tent		5	aged walk device
	36	aged stick		17	nursing pad
2*	38	aged bath chair	2*	20	roller shoe
	40	swimming goggles		36	aged stick
	43	blind stick		38	aged bath chair
	45	umbrella/parasol		40	swimming goggles
	3	BB gun		42	stainless loofah
	4	aged walk assist		43	blind stick
	19	roller skate		2	watering device
	26	shopping cart		3	BB gun
	28	inline roller skate		4	aged walk assist
	29	kickboard		6	digital doorlock
1*	31	ease clotheshorse	1*	7	rollersports protect
	47	metal jewelry		16	heat pack
	6	digital doorlock		18	oil furnace
	7	rollersports protect		21	motor boat
	13	port laser goods		22	window blind
	14	riding safety cap		24	eyelashes shaper
	15	sports safety cap		25	false eyelashes
	16	heat pack		29	kickboard
	17	nursing pad		32	sunglasses
	18	oil furnace		34	tent
1*	21	motor boat	1*	48	wallpaper/linoleum
	23	double eyelid tape		13	port laser goods
	24	eyelashes shaper		14	riding safety cap
	25	false eyelashes		15	sports safety cap
	32	sunglasses		23	double eyelid tape
	35	aged shoes		31	ease clotheshorse
	37	aged wheelchair		35	aged shoes
	39	aged geolocator		37	aged wheelchair
	41	reflect safety vest		39	aged geolocator
	42	stainless loofah		41	reflect safety vest
44	bed mattress	44	bed mattress		
46	portable alarm	46	portable alarm		
48	wallpaper/linoleum	47	metal jewelry		

\*4:safety certification, 3:safety confirmation, 2:supplier conformity verification, 1:safety regulation conformity

ESA, RAS, RAMP, CA1, CA2 기법에 대하여 3가지 성과척도, MAD(Mean Absolute Deviation), MD(Mean Distance), 그리고 MCR(Mean Concordance Rate)을 구해 보았다. ESA의 cer, con, sup, ssc와 RAS 및 RAMP의 S, M, L, A 각각에 대하여 군집분석의 분류결과와 대응시

키기 위하여 4, 3, 2, 1로 변환하여 계산하였다.

MAD는 각 기법의 절대오차의 평균이며, MAD를 구하기 위하여 품목별로 5가지 기법의 기하평균(geometric mean)을 구하여 각 기법 값과 기하평균과의 절대오차를 구한 다음 48품목 평균을 구하였다.

MAD는 매우 크거나 작은 어느 하나의 값인 이상치로 인한 문제점을 보완할 수 있는 방법으로 사용되고 있다. 또한 MAD는 매우 풍부한 통계량이며 스케일 뿐만 아니라 분포의 형태에 대한 많은 정보를 포함하고 있다<sup>24)</sup>.

기하평균은 일반적으로 변화율, 상승률 등과 같이 서로 인접해 있는 두 관측치의 비율이 어느 정도 일정한 경우에 사용되며, 산술평균에 비해서 빈도수가 높은 숫자에 가깝게 되는 특성을 가져, 극단값의 영향력을 감소시키는 특징을 갖는다.

지금 기법  $i, i=1, \dots, I$ 를 적용했을 때의 품목  $j, j=1, \dots, N$ 의 관리수준을  $L_{ij}$ 라고 하자. 현재  $I=5, N=48$ 이다. 지금 기법  $i, i=1(ESA), 2(RAS), 3(RAMP), 4(CA1), 5(CA2)$ , 의 MAD를  $MAD_i$ 라고 하자. 그러면  $MAD_i$ 는 식 (1)과 같이 구할 수 있다.

$$MAD_i = \left( \sum_{j=1}^N |L_{ij} - \sqrt[I]{\prod_{i=1}^I L_{ij}}| \right) / N, i = 1, \dots, I \quad (1)$$

MD는 기법 간 거리의 평균으로서, 품목별로 각 기법에서 다른 기법 간의 거리의 합을 구한 다음 48품목 평균을 구한 값이다. 각 기법 간의 유사성 또는 근접성에 대한 척도로 거리를 이용하며, 거리가 가까울수록 유사성이 크고, 거리가 멀수록 비유사성이 크게 된다<sup>17)</sup>. 각 기법 간의 거리 측정 시 직선 최단거리를 위미하며 가장 일반적으로 사용되는 측정 방법인 유클리디안 거리 측정 방법을 적용하였다.

지금 기법  $i, i=1, 2, \dots, 5$ , 의 MD를  $MD_i$ 라고 하자. 그러면  $MD_i$ 는 식 (2)와 같이 구할 수 있다.

$$MD_i = \left( \sum_{j=1}^N \sqrt{\sum_{k=1}^I (L_{ij} - L_{kj})^2} \right) / N, i = 1, \dots, I \quad (2)$$

MCR은 기법 간 일치율의 평균이며, 품목별로 각 기법 기준 다른 4개 기법 간 유형 분류형태의 일치 정도를 구한 다음 48품목 평균을 구한 값이다. 일치율이 높다는 것은 해당 기법이 다른 기법에 비해 일반성이 있다는 것을 의미한다.

지금 기법  $i, i=1, 2, \dots, 5$ , 의 MCR을  $MCR_i$ 라고 하자. 그러면  $MCR_i$ 는 식 (3)과 같이 구할 수 있다.

$$MCR_i = \left( \sum_{j=1}^N \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^I \text{if}(L_{ij} = L_{kj}, 1, 0) / (I-1) \right) / N, \quad (3)$$

$$i = 1, \dots, I$$

각 기법에 대하여 MAD, MD, MCR 값을 구한 결과가 Table 11에 나타나 있다.

Table 11. MAD, MD, MCR for 5 methods

	MAD	MD	MCR
ESA	0.6568	2.3540	0.3958
RAS	0.6399	2.4070	0.3281
RAMP	0.6064	2.2880	0.3125
CA1	0.5963	2.2375	0.3854
CA2	0.7844	2.4640	0.3177

Table 11에서 MAD와 MD 관점에서는 CA1과 RAMP가 우수하며, MCR 관점에서는 ESA와 CA1이 높게 나올 수 있다. CA1이 MAD와 MD에서 가장 우수하며 MCR도 상대적으로 높게 나온 것을 알 수 있다.

이러한 내용을 바탕으로 본 논문에서는 새로운 분류기법으로 다음과 같이 2가지 신규기법, NP1(New Procedure1), NP2(New Procedure2)를 제시한다. NP1은 MAD와 MD 관점에서 우수한 두 개의 기법인 CA1과 RAMP 분류결과에 근거하여 분류형태를 결정하는 기법이며, NP2는 MAD 최소화, MD 최소화, MCR 최대화 기준을 가장 잘 만족시키는 분류형태를 구하는 기법이다.

NP1:

① 각 품목에 대하여 CA1과 RAMP 분류결과가 일치하면 해당 결과로 품목의 분류형태를 결정한다. 즉,

$$\text{If } (L_{3(RAMP)} = L_{4(CA1)}) \text{ then } L_{NP1} = L_{3(RAMP)}$$

$$\text{or } L_{4(CA1)}, j = 1, \dots, N$$

② 만약 일치하지 않으면 CA1, RAMP, RAS, ESA 결과에서 가장 빈도수 높은 분류형태를 적용한다. 이때 동률이 발생하면 높은 수준의 관리대상 유형으로 결정한다. 즉,

$$\text{If } (L_{3(RAMP)} \neq L_{4(CA1)}) \text{ then } L_{NP1} = \text{Max Count}$$

$$L_{ij}, i = 1, \dots, 4(i), j = 1, \dots, N$$

NP2:

① 각 품목별로 다음 세 가지 기준을 만족하는 분류형태를 구한다.

- (i) MAD를 최소화 시키는 기준
- (ii) MD를 최소화 시키는 기준
- (iii) MCR을 최대화 시키는 기준, 즉,

$$L_{MAD} = \text{Min}_{MAD,i} L_{ij}, j = 1, \dots, N$$

$$L_{MD} = \text{Min}_{MD,i} L_{ij}, j = 1, \dots, N$$

$$L_{MCR} = \text{Min}_{MCR,i} L_{ij}, j = 1, \dots, N$$

② 위의 세 가지 분류형태 중 가장 빈도가 높은 분류형태로 품목의 분류형태를 결정한다. 즉,

$$L_{NP2} = \text{Max Count}(L_{MAD}, L_{MD}, L_{MCR}), j = 1, \dots, N$$

NP1, NP2를 적용하여 결정된 새로운 분류형태가 Table 9의 마지막 열에 나타나 있으며, 군집별로 재정리한 결과는 Table 12에 나타나 있다.

Table 12. Items by cluster for NP1 and NP2

NP1			NP2		
Cluster	Item	Product	Cluster	Item	Product
4*	1	gas lighter	3*	1	gas lighter
	2	watering device		2	watering device
	3	BB gun		3	BB gun
	5	aged walk device		8	snowboard
3*	8	snowboard	9	skateboard	
	9	skateboard	10	ski outfit	
	10	ski outfit	11	two wheels bike	
	11	two wheels bike	12	fitness equipment	
	12	fitness equipment	20	roller shoe	
	14	riding safety cap	22	window blind	
	15	sports safety cap	27	portable ladder	
	16	heat pack	4	aged walk assist	
	20	roller shoe	5	aged walk device	
	22	window blind	6	digital doorlock	
2*	26	shopping cart	7	rollersports protect	
	38	aged bath chair	14	riding safety cap	
	4	aged walk assist	15	sports safety cap	
	19	roller skate	16	heat pack	
	21	motor boat	17	nursing pad	
	27	portable ladder	19	roller skate	
	28	inline roller skate	21	motor boat	
	29	kickboard	24	eyelashes shaper	
	33	glasses frame	25	false eyelashes	
	34	tent	26	shopping cart	
	40	swimming goggles	28	inline roller skate	
	6	digital doorlock	29	kickboard	
	7	rollersports protect	30	furniture	
	13	port laser goods	33	glasses frame	
17	nursing pad	34	tent		
18	oil furnace	36	aged stick		
23	double eyelid tape	38	aged bath chair		
24	eyelashes shaper	40	swimming goggles		
25	false eyelashes	43	blind stick		
30	furniture	45	umbrella/parasol		
31	ease clotheshorse	13	port laser goods		
32	sunglasses	18	oil furnace		
35	aged shoes	23	double eyelid tape		
36	aged stick	31	ease clotheshorse		
37	aged wheelchair	32	sunglasses		
39	aged geolocator	35	aged shoes		
41	reflect safety vest	37	aged wheelchair		
42	stainless loofah	39	aged geolocator		
43	blind stick	41	reflect safety vest		
44	bed mattress	42	stainless loofah		
45	umbrella/parasol	44	bed mattress		
46	portable alarm	46	portable alarm		
47	metal jewelry	47	metal jewelry		
48	wallpaper/linoleum	48	wallpaper/linoleum		

\*4:safety certification, 3:safety confirmation, 2:supplier conformity verification, 1:safety regulation conformity

Table 12에서 NP1 적용의 경우, 현행 관리대상 유형 분류인 ESA와 비교해 보면 안전인증은 3품목 그대로 변화 없으며, 안전확인은 15품목에서 13품목으로, 공급자적합성은 11품목에서 9품목으로, 안전기준준수는 19품목에서 23품목으로 변경됨을 알 수 있다. 반면 NP2의 경우, 안전인증 대상 품목은 없으며, 안전확인은 15품목에서 11품목으로, 공급자적합성은 11품목에서 23품목으로, 안전기준준수는 19품목에서 14품목으로 분류됨을 알 수 있다.

이렇게 볼 때 NP2가 NP1에 비해 규제를 보다 더 완화하는 측면이 있다고 할 수 있으며, 안전확인 품목 개수도 적어지면서 소비자의 인증 부담을 덜어주는 효과가 발생한다는 것을 알 수 있다.

또한 NP2에서 안전확인으로 분류된 15품목 중 portable ladder 이외의 14품목 모두가 NP1의 안전인증 및 안전확인 유형에 포함된 품목이며, NP2의 안전기준 준수대상 14품목은 모두 NP1의 안전기준준수대상 유형에 포함되어 있어 NP1과 NP2의 분류타당성이 높은 것을 알 수 있다.

먼저 NP1을 ESA, RAS, RAMP, CA1, CA2에 포함하여 전체 6개 기법에 대하여 새로이 MAD, MD, MCR을 구해 보았다. 그 결과가 Table 13에 나타나 있다. Table 13에서 NP1이 5개 기법에 비하여 MAD, MD 모두 우수하며, MCR이 제일 높게 나옴을 알 수 있다. 다음으로 NP2를 5개 기법에 포함시켜 전체 6개 기법에 대하여 계산한 결과는 Table 14에 나타나 있다. Table 14에서 NP2가 5개 기법에 비하여 가장 우수한 결과를 보이고 있으며, MAD와 MD에서 NP1보다 더 우수한 결과를 가져옴을 알 수 있다.

Table 13. Calculation results including NP1

	MAD	MD	MCR
ESA	0.6252	2.4682	0.4500
RAS	0.6301	2.5584	0.3792
RAMP	0.5771	2.3853	0.3792
CA1	0.5965	2.4058	0.4208
CA2	0.8092	2.7122	0.3250
NP1	0.3949	2.1330	0.5625

Table 14. Calculation results including NP2

	MAD	MD	MCR
ESA	0.6410	2.4584	0.4125
RAS	0.6263	2.5137	0.3708
RAMP	0.6057	2.4143	0.3417
CA1	0.5857	2.3407	0.4042
CA2	0.7724	2.6085	0.3417
NP2	0.1992	1.8588	0.4792

마지막으로 NP1, NP2를 ESA, RAS, RAMP, CA1, CA2에 포함시켜 전체 7개 기법에 대하여 계산해 보았다. 그 결과가 Table 15와 Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3에 나타나 있다. Table 15와 Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3에 의하면 MAD와 MD 성과척도에서 NP2가 우수한 결과를 보여 줌을 알 수 있으며, NP1 대비 NP2의 MAD 감소율(개선율)은 45.9%이며, MD 감소율(개선율)은 11.5%로 나타났다. MCR 성과척도에서는 NP1 분류기법이 가장 높게 나타났으며, NP1 기법이 다른 기법의 분류결과와 일치하는 것을 주요 기준으로 선정한 만큼 이는 예상된 결과라고 볼 수 있다. MCR은 다른 기준들의 우수성 여부와 관련 없이 결과의 일치여부만을 측정하는 것이기 때문에 MCR이 높다고 해서 반드시 우수한 기법이라고 하기에는 어려운 측면이 있다.

Table 15. Calculation results including NP1, NP2

	MAD	MD	MCR
ESA	0.6164	2.5658	0.4549
RAS	0.6199	2.6573	0.4063
RAMP	0.5806	2.5044	0.3924
CA1	0.5875	2.5007	0.4306
CA2	0.7962	2.8429	0.3438
NP1	0.3933	2.2042	0.5694
NP2	0.2125	1.9498	0.5000

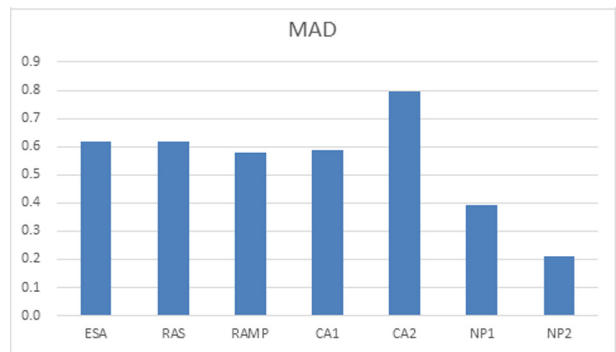


Fig. 1. Comparison of MAD and MCR performance according to 7 methods.

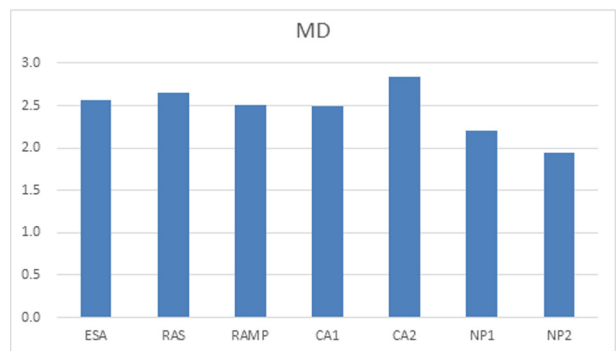


Fig. 2. Comparison of MD performance according to 7 methods.

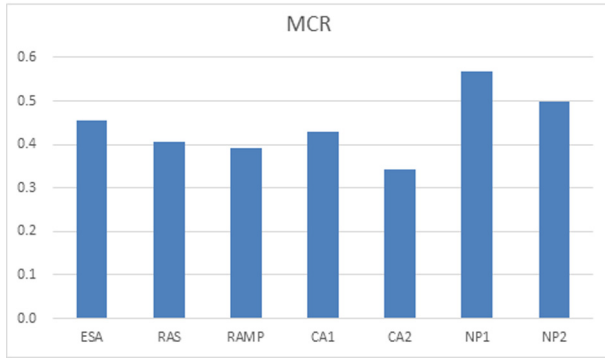


Fig. 3. Comparison of MCR performance according to 7 methods.

## 5. 결론 및 고찰

본 논문에서는 전안법에서 관리되고 있는 생활용품 48품목에 대한 안전관리대상 품목 분류기준의 타당성을 살펴보기 위하여 RAS 및 RAMP 기법과 함께, 군집 분석을 적용한 2가지 분류기준, CA1, CA2를 제시하고 그 적용 결과를 살펴보았다. 적용 결과는 3가지 성과척도, 즉, 절대오차의 평균(MAD), 기법 간 거리의 평균(MD), 그리고 기법 간 일치율의 평균(MCR)을 사용하여 나타내었다. 그 결과 CA1과 RAMP가 MAD와 MD 관점에서 우수하며, 특히 CA1이 MAD와 MD에서 가장 우수하며 MCR도 상대적으로 높게 나온 것을 알 수 있었다.

이를 바탕으로 본 논문에서는 2가지 새로운 분류방안으로 NP1과 NP2를 제시하고 ESA, RAS, RAMP, CA1, CA2와 성과척도를 비교해 보았다. NP1, NP2 각각에 대하여 ESA, RAS, RAMP, CA1, CA2와 함께 포함하여 MAD, MD, MCR을 구해 본 결과 NP1, NP2 모두 5개 기법에 비하여 MAD, MD 측면에서 우수한 결과를 보임을 알 수 있었으며, 특히 NP1의 경우 MCR이 제일 높게 나온 것을 알 수 있었다. NP1과 NP2를 비교하기 위하여 NP1과 NP2를 함께 ESA, RAS, RAMP, CA1, CA2에 포함시켜 전체 7개 기법에 대하여 계산해 본 결과 NP2가 MAD와 MD 성과척도에서 NP1 대비 우수한 결과를 보여 줌을 알 수 있었으며, MCR 성과척도에서는 NP1이 가장 높게 나타남을 알 수 있었다.

CA1, CA2는 기존 방법에 비해 제품 사용 과정에서 발생하였던 과거의 많은 실제 위해데이터를 활용한 의미가 있으며, NP1, NP2는 기존의 다른 방법들을 종합적으로 고려하여 합리적인 분류형태를 결정하는 의미를 가진다고 볼 수 있다. 안전관리 측면에서의 실제적인 의미로서 이러한 군집의 특성에 맞추어 안전관리 제도가 재검토되며 보다 합리적인 제도가 새로이 마련될 수 있는 기틀을 제공해 줄 수 있을 것이다. 현행 전

안법 분류형태를 포함시켜 측정된 위의 결과는 현행 분류형태에 대한 재검토가 필요하며, 보다 합리적인 기법의 적용을 검토해야 할 필요가 있다는 사실을 시사하고 있다.

한편 현재 안전관리 대상 48품목 중 안전인증으로 분류되고 있는 가스라이터와 비비탄총을 제외한 나머지 46품목에 대해서는 구매대행이 허용되고 있지만, 본 논문의 NP2의 분류기준에 따르면 가스라이터와 비비탄총에 대해서도 구매대행을 허용하는 것이 바람직하다고 할 수 있을 것이다. 또한 현재 전기용품 및 생활용품에 대해서만 안전기준준수 유형이 도입되어 있으나, 추후 어린이제품 등에 대한 새로운 분류 형태를 결정할 때 본 연구의 방법이 적용될 수 있을 것으로 기대된다. 또한 NP1과 NP2 분류기준에 대하여 현행 전안법 분류기준 대비 NP1 및 NP2의 특성을 고찰하고 안전관리 대상 48개 품목이 실제 적절하게 분류되었는가에 대한 전문가 의견 등을 통한 타당성 검증이 필요함을 언급할 수 있다.

현재 국가기술표원의 제품안전정보센터(ksafety)에 수집되는 제품사고 관련 데이터는 매우 미흡한 편이며, 더욱이 외부에 공개되지 않아 연구에 활용하기에 어려움이 많이 있다. 추후 더욱 많은 데이터가 축적되면 한국소비자원 CISS 데이터와 함께 분석되어 과학적이고 합리적인 관리방안의 도출에 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다. 이와 함께 현재 국가기술표준원에서 발간되고 있는 제품사고와 관련된 ‘제품사고 이야기 WHY’는 제품사고 예방에 많은 도움이 될 것으로 기대된다. 추후 과제로는 리스크 평가 및 군집분석 시 필수적인 위해정보를 확보할 수 있는 체계적인 프레임워크의 설계 등을 들 수 있다. 본 연구에서 제시된 방안이 기존 기법들의 정확성에 영향을 받는 한계를 극복하기 위해 제품 안전성조사 및 사고조사 자료가 체계적으로 DB화 되어야 하는 과제도 언급될 수 있다.

**Acknowledgement:** 이 논문은 2018년도 가천대학교 교내연구비 지원에 의한 결과임(GCU-2018-0690)

## References

- 1) ISO, “ISO 26000 - Guidance on Social Responsibility”, <http://www.iso.org>
- 2) GRI, Global Standards for Sustainability Reporting, <https://www.globalreporting.org>
- 3) UN Global Compact, <https://www.unglobalcompact.org>
- 4) OECD, Guidelines for Multinational Enterprises, <http://www.oecd.org>

- www.oecd.org/corporate/mne/
- 5) Ministry of Trade Industry and Energy, “Special Act on the Children’s Product Safety”, No. 13859, 2017.1.28.
  - 6) Ministry of Trade Industry and Energy, “Electrical Appliances and Consumer Products Safety Control Act”, No. 15338, 2018.7.1.
  - 7) Ministry of Trade Industry and Energy, “Framework Act on Product Safety”, No. 15508, 2018.9.21.
  - 8) CPSC, United States Consumer Product Safety Commission, <http://www.cpsc.gov>
  - 9) EC, European Commission, <http://www.ec.europa.eu>
  - 10) NITE, National Institute of Technology and Evaluation, <http://www.nite.go.jp>
  - 11) European Commission, “Risk Assessment Guidelines for Consumer Products”, Official Journal of the European Union, 2010.
  - 12) Ministry of Economy, “Risk Assessment Handbook”, Trade and Industry, Japan, 2011.
  - 13) Korean Agency for Technology and Standards, “Research Report on Risk Assessment and Model Construction for Product Safety Management”, 2012.
  - 14) J. Suh, Y. Lee and E. Heo, “A Framework for Risk Assessment on Product Safety Management”, Journal of Convergence Information Technology, Vol. 8, No. 13, pp. 587-592, 2013.
  - 15) Korean Agency for Technology and Standards, “Research Report on Validation and Advance on the Risk Assessment Model and Method”, 2013.
  - 16) Korean Agency for Technology and Standards, “Research Report on Development of Technology for Improving Product Safety”, 2015.
  - 17) J. Suh, “Development of a Risk Assessment Procedure for Industrial Products using Probabilities of Accidents and Injuries”, International Journal of u- and e-Service, Science and Technology, Vol. 9, No. 6, pp. 101-114, 2016.
  - 18) Korean Agency for Technology and Standards, “Research Report on Children’s Product Risk Assessment and Improvement of Safety Management”, 2015.
  - 19) H. A. Jang, W. Y. Yoon and H. M. Kwon, “Risk Evaluation in FMEA when the Failure Severity Depends on the Detection Time”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 31, No. 4, pp. 136-142, 2016.
  - 20) J. Y. Chung, S. J. Park, W. H. Son and H. S. Mok, “Injury Risk Analysis for Product Disassembly and Reassembly Process in Remanufacturing”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 33, No. 2, pp. 112-123, 2018.
  - 21) CISS, Consumer Injury Surveillance System, <https://www.ciss.go.kr/www/index.do>
  - 22) Public Data Portal, <https://www.data.go.kr>
  - 23) S. Kim, Multivariate Data Analysis, Bobmunsa, 2016.
  - 24) E. Habib, “Mean Absolute Deviation about Median as a Tool of Explanatory Data Analysis”, International Journal of Recent Research and Applied Studies, Vol. 11, No. 3, pp. 517-523, 2012.