

# 소비자안전을 위한 RAP 및 군집분석을 통한 제품안전 관리대상 유형분류 연구

서정대\*

가천대학교 경영대학 경영학부

(2018. 7. 4. 접수 / 2018. 9. 30. 수정 / 2018. 12. 13. 채택)

## Classification of Product Safety Management Target by RAP and Cluster Analysis for Consumer Safety

Jungdae Suh\*

School of Business Administration, Gachon University

(Received July 4, 2018 / Revised September 30, 2018 / Accepted December 13, 2018)

**Abstract :** Currently, the government selects products that are likely to cause harm to consumers as safety management targets and classifies them into three types: safety certification, safety confirmation, and supplier conformity verification. In addition, the government conducts safety surveys on products in circulation or accident products, and recalls products that are of great concern to consumer risks. In this paper, we have developed RAP (Risk Assessment method based on Probability), which is a probability based product risk assessment method, for the classification of safety management type of product and safety investigation, and have shown an application example. In this process, information is used for the CISS (Consumer Injury Surveillance System) of the Korean Consumer Agency. In addition, we apply the cluster analysis to classify the current supervised children products into three groups. Then, we confirm the effectiveness of RAP by comparing the result of RAP application, cluster analysis result and current safety management classification type. Also, we recognize the need to review the current safety management classification criteria for classifying products into three types.

**Key Words :** consumer safety, product safety, risk assessment, classification, injury information, cluster analysis

### 1. 서론

최근 가습기 살균제, 휴대용 배터리, 침대 매트리스 등 소비자안전을 위협하는 제품안전 사고가 끊임없이 발생하고 있다. 현대 사회의 글로벌화와 함께 직구, 구매대행, 병행수입 등 구매형태가 다변화되면서 소비자 안전에 대한 위협은 더욱 가속화되고 있다. 제품안전 사고는 재산피해 뿐만 아니라 소비자의 인체와 생명에 심각한 피해를 끼치게 된다. 특히 영·유아 및 어린이는 인지능력이 약해 안전사고에 더욱 취약하게 노출되며 사고피해 또한 커지게 된다.

안전한 제품사용 환경을 위해서는 제조사 및 수입자는 안전한 제품을 제조·수입해야 하며 판매자는 불법·불량제품이 시중에 유통되지 않게 해야 한다. 이를 위해 생산 및 수입 과정에서 안전한 제품임을 인증 또

는 확인할 수 있는 장치와 함께 시장에 유통된 이후에는 안전성 조사를 하여 안전한 제품이 시장에 유통될 수 있게 해야 한다. 또한 제품이 소비자에게 전달되어 사용되는 과정에서 안전사고가 발생하는 경우 사고조사를 통해 사고의 원인과 결과를 밝혀 추후 관련된 사고가 발생하지 않게 해야 한다.

소비자안전을 확보하기 위하여 선진 각 국은 제품안전 관리정책을 시행하고 있다. 미국의 경우 1973년 독립연방기구로 설립된 CPSC(Consumer Product Safety Commission)에서 제품안전관리를 총괄하고 있다<sup>1)</sup>. 소비자제품안전법(CPSA, Consumer Product Safety Act) 및 연방유해물질법 등 8개법에 근거하여 현재 15,000여 제품에 대한 안전관리를 수행하고 있다<sup>2)</sup>.

유럽은 EC(European Commission)의 소비자, 보건, 농업 및 식품 집행 기관(Consumers, Health, Agriculture and

\* Corresponding Author : Jungdae Suh, Tel : +82-31-750-5369, E-mail : jdsuh@gachon.ac.kr  
School of Business Administration, Gachon University, 1342 Seongnamdaero, Sujung-gu, Seongnam, Gyeonggi 13120, Korea

Food Executive Agency)에서 제품안전관리를 총괄하고 있다<sup>3)</sup>. 일반제품안전지침에 근거하여 지침이 제정되면 회원국은 국내법을 지침에 따라 제·개정해야 한다.

일본은 경제산업성에서 소비자 제품안전 및 적합성 평가, 시장 감시 등의 업무를 담당하고 있다<sup>4)</sup>. 경제산업성에서 고시하는 기술규정에 따라 안전인증과 공급자적합성확인 제도를 운영하고 있다. 이와 함께 사업자의 신청을 받아 안전기준을 정하고 안정성을 인정한 제품에는 임의인증 마크를 부여한다.

한국의 경우 유통 전 사전관리를 위해 제품을 위해의 정도에 따라 그룹으로 분류하여 사전 인증 등을 통해 안전성을 확보하게 하고 있다.

생활용품 80품목에 대하여 안전인증 11품목, 안전확인 30품목, 그리고 공급자적합성확인 39품목의 3가지 관리대상 품목으로 지정하여 제조자 또는 수입자가 시장 출시 전에 안전기준에 적합함을 확인하여 KC마크를 표시하고 있다<sup>5)</sup>.

어린이제품의 경우에도 안전사고 예방 및 체계적인 안전관리를 위해 어린이제품 안전관리제도를 운영하고 있다. 현재 어린이제품 36품목에 대하여 안전인증 4품목, 안전확인 17품목, 그리고 공급자적합성확인 15품목의 3가지 관리대상 유형으로 지정하여 관리하고 있다<sup>6)</sup>.

또한 사후감시를 위해 시중 유통 중인 제품에 대해 안전성 조사를 실시하고, 사고발생 제품의 경우 사고 조사를 실시하여 소비자 위해가 클 것으로 보이는 제품에 대해 리콜 조치를 취하고 있다<sup>7)</sup>. 최근의 이케아 서랍장 경우가 대표적인 리콜 사례로 볼 수 있다.

이처럼 제품을 3가지 관리대상 유형으로 분류하거나, 유통 중인 제품 또는 사고 제품에 대해 안전성 조사를 하기 위해서는 제품의 안전성 확보 여부를 평가하는 리스크 평가가 선행되어야 한다.

유럽에서는 제품의 리스크 평가를 위한 가이드라인으로 RAG(Risk Assessment Guideline)를 제시하고 있다. RAG는 제품 사용 과정에서 발생하는 사고에 대해 시나리오로 구성하여 리스크를 평가한다<sup>8)</sup>. 시나리오는 취약 소비자 계층, 사용 경로, 사용 장소 등을 포함하여 다양한 사용 환경을 반영한다. 주관적으로 시나리오의 사고 발생 확률을 추정한 다음 부상확률과 부상 심각도의 조합으로 리스크를 결정한다.

일본은 제품 리스크 평가를 위하여 R-Map 기법을 사용하고 있다. R-Map은 과거의 사고사례를 바탕으로 과거에 누적된 가동대수와 사고가 발생하는 빈도를 계산하여 리스크를 평가한다<sup>9)</sup>. 평가를 위해서 대상제품을 확인한 후 누적된 가동대수를 산출하고 사고의 발

생빈도를 산출하여 부상의 심각도를 결정하여 리스크를 결정한다<sup>9-10)</sup>.

한국의 경우 제품의 안전성을 평가하기 위하여 시나리오를 기반으로 하는 평가모델이 제시된 바 있다<sup>10)</sup>. 이 방법에서는 제품에 의한 위해를 일반상해와 유해물질에 의한 위해로 구분하여 시나리오를 작성하고 시나리오 확률과 노출량을 계산하여 리스크를 구한다<sup>10-11)</sup>.

시나리오 기반이 아닌 다른 모델로서 FMEA(failure mode and effect analysis) 기법과 네트워크 모델을 활용하면서 제품의 위해도를 평가하고 타당성을 검증하였다<sup>12)</sup>. 또 다른 보고서는 생활제품의 안전성 향상을 위하여 누적된 사고기록 데이터가 없는 상태에서 사고제품에 대한 리스크 평가 모델을 제시하고 있다<sup>13)</sup>. 이외에도 FMEA에서 고장 심각도의 탐지시간에 따른 위험성 평가<sup>14)</sup>와 제품의 해체 및 조립 과정에서의 상해 위험성 평가 관련 연구도 있다<sup>15)</sup>.

어린이제품과 관련된 리스크 평가모델로서 사고관련 데이터를 활용하여 네트워크 구조를 설계하여 리스크를 평가하는 모델이 제시되었다<sup>16)</sup>. 이 모델은 베이지안 네트워크 기반의 확률적 평가모델로서, 사고관련 데이터를 활용하여 부상발생비율로 부상우도확률을 도출하고, 부상치료기간비율로 부상심각도를 도출한다.

본 논문에서는 국가기술표준원에서 제시된 리스크 평가 기법<sup>16)</sup>을 근거로 확률 기반의 제품 리스크 평가 방법인 RAP(Risk Assessment method based on Probability)를 제시하고 그 적용사례를 보인다. RAP는 필요한 확률을 구하기 위하여 한국소비자원의 CISS(Consumer Injury Surveillance System, 소비자 위해 감시 시스템)<sup>17)</sup> 소비자 위해데이터로부터 도출된 위해정보를 이용한다. 이와 함께 CISS 위해정보를 이용하여 현행 관리대상 어린이제품에 대하여 군집분석을 적용하여 3개의 그룹으로 분류해 본다. 그런 다음 RAP 적용 결과와 군집분석 결과 및 현행 안전관리 분류 형태와 비교해 봄으로써 RAP 적용의 유용성을 확인해 본다. 그리고 3가지 유형으로 분류하는 현행 안전관리 분류기준에 대한 재검토 필요성 여부도 확인한다.

## 2. 제품 리스크평가

### 2.1 RAP

본 절에서는 CISS의 소비자 위해데이터를 분석하여 제품사고와 관련된 위해정보를 도출하고 이를 이용하여 제품 리스크를 결정하는 과정을 보인다. CISS는 제품 사용과 관련하여 전국의 병원, 소방서, 소비자상담센터 등을 통해 접수되는 소비자 위해데이터를 수집,

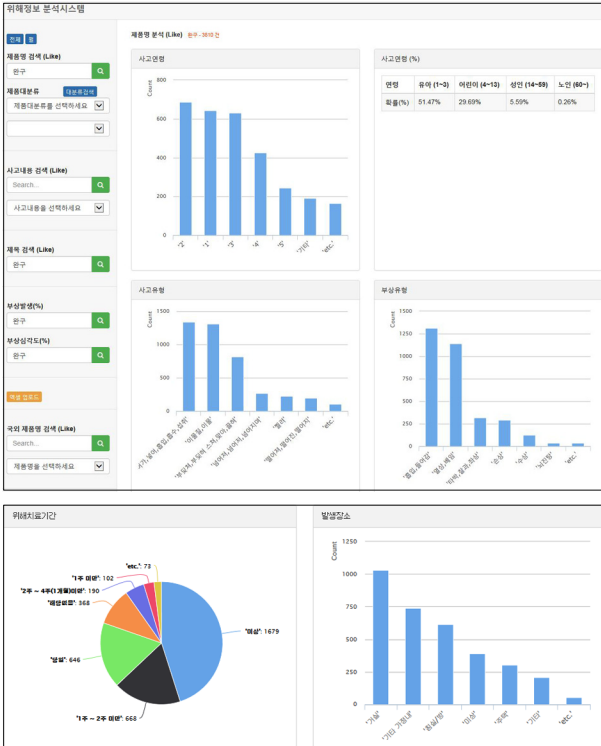


Fig. 1. Hazard information of hazard analysis system – toys case.

분석하여 각 분기별로 제공하고 있다<sup>17)</sup>. CISS 소비자 위해데이터는 위해자 연령 및 성별, 치료기간, 품목분류, 위해원인, 위해부위, 발생장소 등을 포함하고 있으며 위해데이터에 국가기술표준원에서 개발된 위해정보 분석시스템<sup>16)</sup>을 적용하여 품목별 사고연령비율, 사고유형비율, 부상유형비율, 부상발생비율, 위해치료기간비율 등과 같은 위해정보를 도출할 수 있다(Fig. 1).

먼저 소비자 위해데이터에서 제품의 사고유형을 분류하여 해당 사고의 원인이 되는 제품요인을 도출한다. 사고발생을 유발하는 제품요인으로는 제품의 겉모양, 치수, 구조, 성능 등이 있다. 제품요인은 해당 제품의 안전기준에 나타나 있으며, 이러한 제품요인이 제품의 결함요인이 된다. 예컨대 ‘찰림’ 사고가 발생하면 제품의 결함요인으로 겉모양에서 ‘날카로운 끝’을 도출한다.

그 다음 제품의 전체 사고신고건수 중 제품요인  $F_i$ 와 관련된 건수  $N_i$ 를 확인하여 제품의 결함요인  $F_i$ 에 의한 결함발생확률  $P(F_i)$ 를 결정한다. 제품의 전체 사용건수는 제품을 사용하는 한국의 총가구수  $H$ 를 사용한다. 이 때 가구당 사용하는 제품개수  $Q$ 를 추정하여 반영한다. 또한 제품 사용 중 발생하는 경미한 사고에 대해서는 신고하지 않을 수 있기 때문에 하인리히 법칙에 의하여 제품의 사고 신고율  $C$ 를 1/300로 설정하

여 적용한다. 따라서 제품요인  $F_i$ 의 결함발생확률  $P(F_i)$ 는 식 (1)과 같이 구할 수 있다.

$$P(F_i) = N_i / (H \times Q \times C) \tag{1}$$

제품결함요인에 의하여 사고가 발생할 경우 제품결함요인이 사고발생에 미치는 조건부 확률인 사고우도확률  $P(A|F)$ 를 구한다. 이를 위하여 먼저 제품결함요인이 사고발생에 미치는 영향 정도인 사고영향척도 (accident effect scale)를 5단계(1~5)로 입력한 후, 사고별로 제품결함요인의 유무에 따라 이들을 합산하여 요인사고영향지수(FAI; factor accident index)를 계산한다. 그런 다음 주어진 요인사고영향지수 하에서 사고가 발생하는 조건부확률을 구하여 사고우도확률을 결정한다. 본 논문에서는 결함발생 확률밀도함수에 일반적으로 많이 사용되는 지수함수를 사용하여 사고우도확률  $P(A|F)$ 를 구한다. 제품의 사고발생과 결함발생의 결함확률  $P(A, F)$ 는 식 (2)처럼 구하며 결함확률  $P(A, F)$ 로부터 사고발생확률  $P(A)$ 를 식 (3)처럼 도출한다.

$$P(A, F) = P(A|F)P(F) \tag{2}$$

$$P(A) = \sum_F P(A, F) \tag{3}$$

이제 사고발생에 따른 부상발생확률을 구하기 위하여 먼저 사고별로 발생하는 부상별 부상발생비율을 구한다. 그런 다음 각 부상에 대하여 부상발생비율 값을 사용하여 사고발생에 따른 부상우도확률인 조건부확률  $P(I|A)$ 를 구한다. 지금 사고  $A_j$  발생에 의한 부상  $I_k$ 의 부상발생비율을  $AI_{jk}, j=1, \dots, J, k=1, \dots, K$ 라 하자. 그러면 전체 사고에 의한 부상  $I_k$  발생의 부상우도확률  $P(I_k|A)$ 는 식 (4)와 같이 구한다.

$$\begin{aligned} P(I_k|A) &= \sum_{j \in True} P(I_k|A_j), \forall k=1, \dots, K \\ &= \sum_{j \in True} (1 - \sum_{p=1}^{j-1} AI_{(j-p)k} + \sum_{p=1}^{j-2} \sum_{q=1}^{j-p-1} AI_{(j-p)k} AI_{(j-q)k} \\ &\quad - \prod_{r=1}^{j-1} AI_{(j-r)k}) AI_{jk}, \forall k=1, \dots, K \end{aligned} \tag{4}$$

부상발생과 제품의 사고발생 결함확률  $P(I, A)$ 는 식 (5)처럼 구하며 결함확률  $P(I, A)$ 로부터 부상발생확률  $P(I)$ 를 식 (6)처럼 도출한다.

$$P(I, A) = P(I|A)P(A) \tag{5}$$

$$P(I) = \sum_A P(I, A) \tag{6}$$

부상심각도(Severity of Injury)는 부상발생으로 인한 부상치료기간을 근거로 도출한다. 부상치료기간은 1부터 6까지의 등급으로 구분하며 각각 경미(당일), 보통(1주미만), 심각(1주~2주), 극심(2주~4주미만), 중대(1개월~3개월), 최대(3개월 이상)로 구분한다. 본 논문에서는 부상심각도를 구하기 위하여 IISC(international injury scaling committee)에서 제시한 AIS(abbreviated injury scale)를 사용한다<sup>18)</sup>. AIS는 해부학적 평정시스템으로서 사고발생으로 인하여 인체의 여러 부위에서 부상이 발생했을 경우 각각의 부상을 종합적으로 고려하는 개념이다. 본 논문에서는 부상치료기간 등급의 가중합으로 AIS를 계산한 후 AIS의 제곱합(ISS, injury severity score)을 기준으로 부상심각도를 결정한다. 부상심각도는 5단계로 구분하여 없음(ISS=0), 경미(0<ISS<2), 중간(2<=ISS<10), 중대(10<=ISS<26), 치명(26<=ISS)으로 분류한다.

제품 리스크는 제품의 부상발생확률과 부상심각도를 조합하여 Fig. 2와 같은 PI (probability impact) 매트릭스를 참고하여 결정한다<sup>6)</sup>. Fig. 2에서 A는 허용(acceptable), L은 낮음(low), M은 중간(medium), S는 심각(serious)을 의미한다. 부상별로 부상발생확률과 부상심각도의 조합으로 리스크를 구한 후 이들 중 최대 리스크로 제품의 최종 리스크를 결정한다.

> 0.5	A	M	S	S	S
> 0.1	A	L	S	S	S
> 0.01	A	L	S	S	S
> 0.001	A	A	M	S	S
> 0.0001	A	A	L	M	S
> 0.00001	A	A	A	L	M
> 0.000001	A	A	A	A	L
< 0.000001	A	A	A	A	A
Prob SOI	None	Negi	Medi	Seve	Fata
	0	I	II	III	IV

Fig. 2. PI(Probability Impact) matrix.

## 2.2 RAP 적용사례

본 절에서는 RAP를 적용하여 제품 리스크를 평가하는 사례를 제시한다. 적용 대상은 현행 어린이제품안전특별법에서 안전인증 품목으로 지정되어 있는 어린

Table 1. Product factor, accident type, injury type

product factor		accident type		injury type	
F1	structure	A1	crash	I1	damage
F2	size	A2	burst	I2	bruising
F3	material	A3	fall	I3	concussion
F4	appearance	A4	slip	I4	laceration
F5	performance	A5	stab	I5	sprain
		A6	bump	I6	dental injury

Table 2. Accident effect scale by product factor

			A1	A2	A3	A4	A5	A6
			cr	bu	fa	sl	st	bu
F1	st	0.008	1.7	2.0	3.3	3.7	0.7	1.0
F2	si	0.004	0.3	2.0	1.3	1.0	1.0	1.0
F3	ma	0.016	0.7	3.7	1.7	2.0	1.7	2.0
F4	ap	0.012	1.3	2.0	0.7	0.3	3.0	2.7
F5	pe	0.004	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0

note) st:structure, si:size, ma:material, ap:appearance, pe:performance, cr:crash, bu:burst, fa:fall, sl slip, st:stab, bu:bump

이용 물놀이기구(튜브)를 대상으로 한다. 먼저 소비자 위해 데이터를 분석하여 제품요인, 사고유형, 부상유형을 Table 1처럼 도출한다.

그 다음 제품요인확률을 구하고 제품요인별 사고영향척도를 Table 2와 같이 입력한다.

사고우도확률과 사고결합확률을 구한 다음 사고발생확률을 구하면 Table 3과 같다.

Table 3. Probability of accident

P(A1)	P(A2)	P(A3)	P(A4)	P(A5)	P(A6)
0.00451	0.00632	0.00522	0.00530	0.00538	0.00548

다음으로 부상발생비율은 Table 4와 같이 도출한다.

Table 4. Injury occurrence percentage

		I1	I2	I3	I4	I5	I6
		da	br	co	la	sp	de
A1	cr	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
A2	bu	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
A3	fa	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
A4	sl	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
A5	st	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
A6	bu	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0

note) da:damage, br:bruising, co:concussion, la:laceration, sp:spain, de:dental injury

Table 4의 부상발생비율을 바탕으로 부상발생확률을 구하면 Table 5와 같다.

Table 5. Probability of injury

P(I1)	P(I2)	P(I3)	P(I4)	P(I5)	P(I6)
0.01266	0.00226	0.00530	0.00548	0.00000	0.00000

이제 부상심각도를 구하기 위하여 부상별 부상치료기간을 도출하여 부상의 심각도를 구한다. 부상치료기간은 1부터 6까지의 등급으로 구분하여 도출한다. 부

Table 6. Injury treatment period and severity of injury

		I1	I2	I3	I4	I5	I6
		da	br	co	la	sp	de
1	mi	0.25	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
2	mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	ser	0.00	0.50	0.00	1.00	0.00	0.00
4	sev	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	ma	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	no	0.50	0.50	1.00	0.00	0.00	1.00
AIS		1.250	1.500	0.000	3.000	1.000	0.000
ISS		1.563	2.250	0.000	9.000	1.000	0.000
SOI		none	medi	none	medi	negi	none

note) mi:minor, mo:moderate, ser:serious, sev:severe, cr:critical, ma:maximal, no:none

상이 없는 경우 부상없음으로 구분된다. 부상별 부상 치료기간의 비율이 구해지면 이것과 부상치료기간 등급과의 가중합으로 AIS를 계산한다. ISS는 AIS의 제곱값으로 구해지며 ISS를 기준으로 부상심각도를 구한다. Table 6에 부상치료기간, AIS, ISS, 그리고 부상심각도가 나타나 있다.

Fig. 2의 PI 매트릭스에서 부상발생확률과 부상심각도의 조합에 의하여 Table 7과 같이 부상별 리스크를 도출하며 이 중 최대 리스크인 I2와 I4의 M(Medium)으로 제품의 최종 리스크를 결정한다.

Table 7. Risk by injury

	I1	I2	I3	I4	I5	I6
P(I)	0.01266	0.00226	0.00530	0.00548	0.00000	0.00000
SOI	none	medi	none	medi	negi	none
Risk	L	M	A	M	A	A

### 3. 군집분석 적용

현행 ‘전기용품 및 생활용품 안전관리법’과 ‘어린이 제품 안전 특별법’에 의하면 제품을 안전인증과 안전확인, 공급자적합성확인의 3가지 유형으로 구분하여 관리하고 있다. 본 절에서는 CISS 위해정보를 사용하여 군집분석을 실시함으로써 제품을 3가지 유형으로 분류해 본다. 먼저 CISS 소비자 위해데이터(2010년~2016년 자료 약 480,000건)에 대하여 국가기술표준원에서 제시된 위해정보 분석시스템<sup>8)</sup>을 적용하여 품목별 사고연령비율, 사고유형비율, 부상유형비율, 위해치료기간비율 등의 위해정보를 도출한다.

이렇게 도출된 위해정보를 이용하여 군집분석을 실시

하여 제품의 위해특성에 따라 3가지 유형으로 분류해 본다. 군집분석을 위해서 SPSS 23을 사용한다. 통계 분석 시 설정된 유의수준은 0.05이다. 유사성 정도를 나타내는 척도로 개체 간의 거리를 사용하고 거리가 상대적으로 가까운 개체들을 동일 군집으로 묶는다. 본 연구에서는 군집화 방법으로 군집을 구성하는 대상들의 측정치 분산을 기준으로 군집 간 거리에 편차제곱을 이용하여 산정하는 Ward 방법을 사용하고, 유사성 거리 측정을 위하여 제품 유클리디안(euclidean) 거리 척도를 사용한다.

본 논문에서는 어린이제품의 위해정도에 영향을 미치는 요인으로서 사고발생건수, 평균위해치료기간, 어린이사고 발생비율의 3가지 정보를 기준변수로 사용한다. 사고발생건수와 평균위해치료기간은 소비자안전에 영향을 미치는 제품안전의 주요 요인이 된다. 어린이 사고 발생비율은 어린이제품에 대한 분류기준으로 활용하고자 포함시키며 유아(1~3)와 어린이(4~13) 사고를 합하여 계산한다.

위해정보 분석시스템을 통하여 현행 관리대상인 36가지 어린이제품에 대하여 사고발생건수, 평균위해치료기간(일), 그리고 어린이사고 발생비율(%)이 Table 8과 같이 도출된다. Table 8의 정보에 대하여 군집분석을 적용한다.

먼저 계층적 군집분석을 실시하여 몇 개의 군집으로 구분하는 것이 좋을 지 적절한 군집의 개수를 추정해 본다. 계층적 군집분석 과정에서 군집화 일정표(Agglomeration Schedule)와 덴드로그램(dendrogram)에 의해 적절한 군집의 수를 설정할 수 있다. 본 논문에서는 현행 안전관리 대상 분류 형태에 맞추어 3개의 군집으로 분류하는 것이 적절한지 살펴본다.

군집 개수를 3으로 설정한 후 비계층적(K-평균) 군집분석을 수행한다. 즉, 비계층적(K-평균) 군집분석을 실시하여 관리대상 제품 36품목이 어느 군집 유형에 속하는 지 확인해 본다. 그 결과 분산분석 결과가 Table 9에 나타나 있다. 군집 분류의 요인인 사고발생건수와 평균위해치료기간, 그리고 발생비율은 모두 표준화 점수를 사용하고 있다.

분산분석 결과 사고발생건수와 평균위해치료기간은 유의하게 나타났으나, 발생비율은 군집의 분류에 유의하지 않은 요인으로 나타났다. 위해도분석시스템에서 발생비율 계산 시 어린이와 유아를 함께 계산하여 도출하였기 때문에 군집분류 기준에서 유의하지 않은 것으로 볼 수 있다. 따라서 발생비율을 군집의 분류 기준에서 제외한 후 사고발생건수와 평균위해치료기간을 기준 변수로 사용하여 새로이 비계층적(K-평균) 군집분석을 수행한다.

Table 8. Hazard information for 36 child products

no	product	no of accident	injury treat period	percentage
1	Watering device	29	4.5714	48.27
2	Rides	1,614	6.6063	97.02
3	Protective device	28	0.3571	60.71
4	Bibitan gun	147	0.5544	94.56
5	Baby fiber	98	0.0000	41.28
6	Synthetic resin	29	3.6667	13.79
7	Sports protective	11	3.7500	18.18
8	Skateboard	499	6.3368	54.42
9	Bunk bed	167	1.5479	83.83
10	Toy	4,078	5.9921	81.71
11	Tandem	21	0.4762	95.24
12	Chair	109	2.0550	86.24
13	Bicycle	3,373	5.7019	94.33
14	Disposal diapers	408	0.4894	2.70
15	stationery	3,825	7.5033	41.02
16	Babywalker	202	6.7115	22.78
17	Stroller	1,363	6.4965	58.61
18	Bed	83	1.1024	14.45
19	Heat pack	6	0.0000	0.00
20	Carrier	36	10.2222	8.33
21	Sports nameplates	27	4.9231	48.14
22	Leather goods	4	0.5000	0.00
23	Cotton swab	368	1.1440	19.30
24	Frames	323	6.6656	34.37
25	Waterglass	25	7.7917	72.00
26	Umbrella/Parasol	398	7.2317	41.96
27	Wheel shoes	4	8.6250	100.00
28	Roller skate	798	6.4825	82.06
29	Ski equipment	982	8.1850	18.89
30	Snowboard	828	9.2201	6.11
31	Shopping cart	1,019	5.8299	78.59
32	Accessories	55	2.5938	83.64
33	Kickboard	598	4.1625	86.90
34	Inline skate	798	6.4825	82.06
35	Furniture	269	8.1257	55.62
36	Child fiber	163	6.4286	72.58

Table 9. ANOVA for 3 factors

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Sq	df	Mean Sq	df		
no of acci	14.34	2	.19	33	74.8	.000
inj treat peri	14.01	2	.21	33	66.3	.000
percentage	1.74	2	.95	33	1.8	.177

Table 10. Final cluster centers and number of cases in each cluster

	Cluster			Clus-ter	
	1	2	3		
no of acci	2.99	-.08	-.48	1	3.0
inj treat peri	.56	.82	-.98	2	17.0
				3	16.0
				Valid	36.0
				Missing	0.0

Table 11. ANOVA for 2 factors

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Sq	df	Mean Sq	df		
no of acci	15.36	2	.13	33	118.6	.000
inj treat peri	13.90	2	.22	33	63.7	.000

그 결과, 최종 군집중심과 각 군집의 케이스 수가 Table 10에 나타나 있다. 최종 군집중심은 반복계산 후의 각 군집별 중심 값을 보여준다. 분산분석 결과는 Table 11에 나타나 있다. Table 11에서 군집 간 기준변수의 차이가 유의한 것으로 나타나 군집 간 차이가 있다는 것을 알 수 있다.

사고발생건수와 평균위해치료기간에 따라 분류된 결과, 군집1에는 3제품, 군집2에는 17제품, 군집3에는 16제품이 소속된다. 군집1은 사고발생건수 많고 위해치료기간이 긴 특성을 가진 제품군, 군집2는 사고발생건수는 적고 위해치료기간은 긴 특성의 제품군, 마지막 군집3은 사고발생건수는 적고 위해치료기간은 짧은 특성의 제품군으로 분류된다. 현행 안전관리 대상 관점에서 볼 때 군집1은 안전인증, 군집2는 안전확인, 군집3은 공급자적합성 제품군으로 분류해 볼 수 있다.

4개의 군집으로 분류해 본 결과, 군집요인 모두 유의하게 나타났다는 점도 언급할 수 있다(Table 12). 군집1과 군집3은 변화가 없는 반면, 군집2는 두 개의 군집으로 나누어진다. 즉, 17개 제품으로 구성된 군집2가 7개 제품으로 구성된 군집2와 10개 제품으로 구성된 군집4로 나누어진다. 이 때 새로운 군집2는 사고발생건수가 많고 군집4는 사고발생건수가 적은 특성을 가진다. 이 경우 군집1은 안전인증, 군집2는 안전확인, 군집4는 공급자적합성으로 분류해 볼 수 있으며 군집3은 공급자적합성보다 수준이 낮은 단계의 관리대상으로 삼는 것을 고려해 볼 수 있다.

Table 12. ANOVA for 2 factors and 4 clusters

	Cluster		Error		F	Sig.
	Mean Sq	df	Mean Sq	df		
no of acci	11.04	3	.06	32	188	.000
inj treat peri	9.45	3	.21	32	45.4	.000

### 4. 결론 및 고찰

현행 어린이제품 안전관리대상인 36품목에 대하여 RAP와 군집분석을 적용하여 안전관리유형으로 분류한 결과가 Table 13에 나타나 있다. 현행 어린이제품 안전 특별법에 의해 관리되고 있는 36품목의 현행 안전관리 형태는 안전인증과 안전확인, 공급자적합성확인의 3가지 유형으로 분류된다. RAP 적용결과는 S, M, L, A의 4가지 유형으로 분류되며, S는 안전인증, M과 L은 안전확인, 그리고 A는 공급자적합성확인에 대응시킨다. Table 13에서 CA(3)은 3개의 군집으로 분류한 결과이며, CA(4)는 4개의 군집으로 분류한 결과이다.

Table 13. Type classification by safety management target product

no	product	Curr	RAP	CA(3)	CA(4)
1	Watering device	Cer	M	3	3
2	Rides	Cer	L	2	2
3	Protective device	Cer	A	3	3
4	Bibitan gun	Cer	A	3	3
5	Baby fiber	Con	A	3	3
6	Synthetic resin	Con	A	3	3
7	Sports protective	Con	A	3	3
8	Skateboard	Con	A	2	2
9	Bunk bed	Con	A	3	3
10	Toy	Con	A	1	1
11	Tandem	Con	A	3	3
12	Chair	Con	A	3	3
13	Bicycle	Con	L	1	1
14	Disposal diapers	Con	L	3	3
15	stationery	Con	M	1	1
16	Babywalker	Con	L	2	4
17	Stroller	Con	L	2	2
18	Bed	Con	A	3	3
19	Heat pack	Con	A	3	3
20	Carrier	Con	A	2	4
21	Sports nameplates	Con	M	2	4
22	Leather goods	Sup	A	3	3
23	Cotton swab	Sup	M	3	3
24	Frames	Sup	A	2	4
25	Waterglass	Sup	M	2	4
26	Umbrella/Parasol	Sup	L	2	4
27	Wheel shoes	Sup	A	2	4
28	Roller skate	Sup	A	2	2
29	Ski equipment	Sup	L	2	2
30	Snowboard	Sup	L	2	4
31	Shopping cart	Sup	M	2	2
32	Accessories	Sup	A	3	3
33	Kickboard	Sup	A	3	2
34	Inline skate	Sup	A	2	2
35	Furniture	Sup	M	2	4
36	Child fiber	Sup	A	2	4

note) cer: safety certification, con: safety confirmation, sup: supplier conformity verification

Table 13에서 적용 방법에 따라 평가결과가 상이하게 나온 원인은 각 방법의 평가절차가 서로 달랐기 때문이다. RAP 결과에서 리스크가 크게 나타난 제품은 부상확률과 부상심각도가 상대적으로 크기 때문이라고 볼 수 있다. 부상확률은 사고확률과 부상우도확률에 영향을 받고, 사고확률은 결함발생확률과 사고우도확률에 영향을 받기 때문에 RAP에서 리스크가 크게 나타난 것은 제품의 결함발생확률이 크고 결함에 의한 사고가 발생하여 유발되는 부상심각도가 큰 경우라고 분석해 볼 수 있다. 군집분석은 사고발생건수와 평균위해치로기간에 따라 서로 유사한 품목으로 분류된 것이므로 군집분류 결과에 따라 제품의 특성을 파악할 수 있다.

현행 관리대상 제품의 안전관리기준에 따른 관리유형과 RAP 적용결과, 그리고 군집분석 결과로 분류된 유형 간의 일치 정도를 Table 14에 정리하였다. Table 14에 의하면 RAP 적용결과와 군집분석 결과는 63.9%가 일치함을 알 수 있다. 이는 RAP가 사고발생건수와 위해치로기간 등 실제 위해정보를 잘 반영한 방법임을 말해 준다. 이에 반하여 현행 분류형태는 RAP 및 군집분석 결과와의 일치 정도가 각각 38.9%와 25%로 나타나 현행 분류기준에 대한 재검토가 필요하다는 사실을 시사하고 있다.

Table 14. Degree of type classification match between current, RAP, and cluster analysis.

	Match freq.	%	Mismatch freq.	%
Curr vs RAP	14	38.9	22	61.1
Curr vs CA	9	25.0	27	75.0
RAP vs CA	23	63.9	13	36.1

군집분석은 CISS 소비자 위해데이터 중 사고발생건수와 평균위해치로기간의 2가지 요인만을 사용하고 있는 반면 RAP은 2가지 요인뿐만 아니라, 사고유형, 부상유형, 사고별 부상발생비율 등의 정보도 사용하고 있으며, 이 들 간의 인과관계를 설정하여 인과성도 반영하고 있다. 군집분석에 비해 RAP은 제품의 겉모양, 구조, 성능, 치수 등을 바탕으로 사고확률을 추정하고 사고확률로부터 부상확률을 도출하며, 위해치로기간을 근거로 부상심각도를 도출하는, 보다 구조화되고 제품 사용상의 전 과정을 포괄하는 방법이라고 할 수 있다.

이와 함께 RAP의 전개 과정에서 인과 확률적 방법을 적용한 점과 CISS 위해데이터를 사용하여 결함발생 확률 결정식을 도출한 점, 그리고 사고우도확률을 구하기 위하여 사고영향척도를 도입하여 요인사고영향

지수를 계산하고 지수함수를 적용한 점과 부상발생비율을 계산한 다음 부상우도확률 결정식을 도출한 점 등이 RAP의 차별성이라고 할 수 있다.

RAP 적용 결과와 군집분석 결과, 그리고 현행 안전관리 형태를 비교한 결과 RAP 적용결과와 군집분석 결과와의 일치도가 높아 RAP가 소비자안전을 위한 실제 위해정보를 잘 반영한 방법임을 알 수 있었다. 이에 반하여 현행 분류 형태는 RAP 및 군집분석 결과와의 일치 정도가 낮아 현행 분류기준에 대한 재검토가 필요하다는 사실을 지적할 수 있다. 즉, 3가지 유형으로 분류할 때 현행 제품군의 분류기준에 대해 재검토하여 보다 합리적인 방법의 적용을 검토해 볼 필요가 있다는 점을 시사점으로 지적할 수 있다. 또한 현행 3가지 유형 분류뿐만 아니라 4가지 유형으로 분류하는 것도 통계적으로 유의한 결과를 주기 때문에 3. 군집분석 적용 절에서 언급한 바와 같이 분류 형태로 고려해 볼 수 있다고 할 것이다. 다만 군집분석은 위해정보에 따라 제품을 그룹으로 분류해 주기는 하지만 각 제품에 대한 리스크평가 결과를 직접 도출해 주지는 않는다는 점도 지적할 수 있다.

소비자안전을 위한 제품의 사전관리나 시장감시를 위해서는 리스크평가가 반드시 선행되어야 하며, 리스크평가를 위해서는 제품의 안전성 조사 결과 및 제품 사고조사 데이터가 충실히 확보되어 있어야 한다. 또한 군집분석 등의 다변량 분석방법을 적용하기 위해서도 제품 사용상의 위해 데이터의 확보는 필수적이다. 현재 CISS에서 관련 데이터를 제공하고 있으나, 소비자 정책 입안에 활용하기에 아직 미흡한 점이 많이 있다 할 것이다. 추후 과제로는 RAP를 보다 정교하게 고도화하는 작업과 함께 필요한 원천 데이터 수집이 보다 충실히 될 수 있도록 데이터 수집 방법에 대한 재설계 작업 등을 들 수 있다.

## References

- 1) CPSC, United States Consumer Product Safety Commission, <http://www.cpsc.gov>.
- 2) CPSA, “Consumer Product Safety Act”, as Amended (August 12, 2011 Version), 2011.
- 3) EC, European Commission, <http://www.ec.europa.eu>.
- 4) NITE, National Institute of Technology and Evaluation, <http://www.nite.go.jp>
- 5) Ministry of Trade Industry and Energy, “Electrical Appliances and Consumer Products Safety Control Act”, No. 15338, 2017.
- 6) Ministry of Trade Industry and Energy, “Special Act on the Children’s Product Safety”, No. 13859, 2016.
- 7) Ministry of Trade Industry and Energy, “Framework Act on Product Safety”, No. 15508, 2018.
- 8) European Commission, “Risk Assessment Guidelines for Consumer Products”, Official Journal of the European Union, 2010.
- 9) Ministry of Economy, “Risk Assessment Handbook”, Trade and Industry, Japan, 2011.
- 10) J. Suh, “Development of a Product Risk Assessment System using Injury Information in Korea Consumer Agency”, Journal of Digital Convergence, Vol. 15, No. 4, pp. 181-190, 2017.
- 11) Korean Agency for Technology and Standards, “Research Report on Risk Assessment and Model Construction for Product Safety Management”, 2012.
- 12) Korean Agency for Technology and Standards, “Research Report on Validation and Advance on the Risk Assessment Model and Method”, 2013.
- 13) Korean Agency for Technology and Standards, “Research Report on Development of Technology for Improving Product Safety”, 2014.
- 14) H. A. Jang, W. Y. Yoon and H. M. Kwon, “Risk Evaluation in FMEA when the Failure Severity Depends on the Detection Time”, Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 31, No. 4, pp. 136-142, 2016.
- 15) J. Y. Chung, S. J. Park, W. H. Son and H. S. Mok, “Injury Risk Analysis for Product Disassembly and Reassembly Process in Remanufacturing”, Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 33, No. 2, pp. 112-123, 2018.
- 16) Korean Agency for Technology and Standards, “Research Report on Children’s Product Risk Assessment and Improvement of Safety Management”, 2015.
- 17) CISS, Consumer Injury Surveillance System, <https://www.ciss.go.kr/www/index.do>.
- 18) IISC, International Injury Scaling Committee, “Abbreviated Injury Scale Update 2008”, Association for the Advancement of Automotive Medicine, 2008.