

한국어 퍼지 언어변수를 이용한 리스크 평가

임현교* · 변상훈 · 김현정*

충북대학교 안전공학과 · *국립재난안전연구원 안전연구실
(2015. 4. 30. 접수 / 2015. 7. 27. 수정 / 2015. 8. 18. 채택)

Risk Assessment using Fuzzy Linguistic Variables in Korean

Hyeon-Kyo Lim[†] · Sanghun Byun · Hyunjung Kim^{*}

Department of Safety Engineering, Chungbuk National University

^{*}Safety Research Division, National Disaster Management Institute

(Received April 30, 2015 / Revised July 27, 2015 / Accepted August 18, 2015)

Abstract : Usually risk assessment is performed for the safety of diverse industries though, many kinds of risks cannot be analyzed effectively by using classical probability models due to lack of experience data and impreciseness of human decision making. For these reasons, fuzzy risk assessment utilizing subjective judgment and experience of skillful experts has been considered as a solution. In this study, to comprehend the relationship between conventional fuzzy theory and human conceptual images on risks, linguistic variables were reviewed with reference to fuzzy membership functions, especially in the Korean language. As interviewees, about a hundred people including students as well as safety engineers voluntarily participated. The research results showed that most people were in favor of adjective expressions decorated with adverbs rather than naive expressions such as “high” or “low”, and that directly translated linguistic variables were not appropriate for the Korean people in risk assessment as far. Therefore, with consideration of the selection tendency by the Korean people in linguistic variables, it could be concluded that 5 level expressions would be most favorable for linguistic variables in risk assessments in Korea.

Key Words : risk, risk assessment, fuzzy, linguistic variable

1. 서론 - 퍼지 리스크 평가의 언어변수

안전보건 분야에서 리스크 평가가 필수적이라는 데 대해서는 누구나 이의가 없을 것이다^{1,2)}. 그러나, 리스크 요인으로 인하여 발생하는 사고 자체가 우연성을 띠는 데다, 리스크 평가 자체도 인간에 의하여 수행되는 모호한 판단 행위이기 때문에, 리스크 평가는 아무리 정밀하게 진행된다 하여도 우연성(randomness)과 모호함(fuzziness)을 벗어날 수는 없다³⁾.

더욱이 경험적 자료가 불충분하여 리스크 평가의 많은 부분을 전문가 판단에 의존하지 않으면 안 되는 원자력 분야나 신기술 개발시에는 리스크 평가에 대한 모호성이 증대된다. 이 문제점을 해결하는 방법으로 이용되고 있는 것이 언어변수이다. 언어변수는 리스크 요인의 발생확률이나 심각성이 애매하고 정량적으로 표현하기 어려운 경우에도 상태 및 정도를 구분하는

데 사용될 수 있기 때문이다.

잘 알려져 있다시피 인간은 언어의 동물(Homo Linguistics)이다. 인간은 언어를 통하여 자신의 의견을 피력하고, 다른 사람이나 외계로부터의 정보를 받아들이고 동료들과 교환하며 살아간다. 따라서, 인간의 판단이나 사고는 언어와 서로 불가분의 관계에 있으며, 언어가 없으면 인간의 판단은 존재할 수가 없고, 언어가 없는 개념은 결국 존재할 수 없다는 사실은 언어학 자들에 의하여 이미 널리 알려져 있다⁴⁾.

결과적으로 생산활동 중의 모든 위험요인은 언어를 통하여 인식되며, 언어를 통하여 평가되고, 언어를 통하여 취합되며, 언어를 통하여 표현됨으로써 동료들에게 전달된다고 이해될 수 있다. 그러나 언어표현에 대한 개인의 인식정도는 주관적이므로, 퍼지 리스크 평가에 언어변수를 이용하는 경우, 언어변수는 언어를 구사하는 사람의 지식 수준과 언어 능력, 사회적 환경

[†] Corresponding Author : Hyeon-Kyo Lim, Tel : +82-43-261-2462, E-mail : hklim@chungbuk.ac.kr

Department of Safety Engineering, Chungbuk National University, 1, Chungdae-ro, Seowon-gu, Cheongju, Chungbuk 28644, Korea

과 문화적 배경 등에 의하여 크게 영향을 받게 되므로, 이 과정 중에 모호함이 개입되지 않을 수 없다. 그러므로, 언어변수에 대한 평가자들의 인식정도의 차이를 좁히는 것은 일관된 평가결과를 도출하기 위해서 매우 중요하다.

그런 까닭에 많은 학자들은 사람들이 사용하는 언어를 퍼지함수로 표현하되 언어변수의 모호성을 극복하고자, 언어변수에 대응하는 수치 값을 얻고자 하였다. 예를 들어, Hersh와 Caramazza는 19명의 피실험자에게 크기가 다양한 12개의 사각형을 무작위로 보여주고, 크기를 표현하는 13개의 언어 중 가장 적절하다고 생각되는 언어를 선택하도록 하여 인간이 인식하는 크기에 대한 언어개념을 퍼지 함수로 표현하고자 하였으며⁵⁾, Onisawa와 Yasushi는 휴먼에러 가능성의 소속함수를 정의하고 휴먼에러 가능성을 언어변수로 표현하여 분류하고자 하였다⁶⁾. 또한 Karwowski와 Mital은 산업현장의 리스크를 퍼지함수로 표현하는 데 있어서 Table 1과 같이 언어변수를 이용할 것을 제안하였다³⁾.

Table 1. Linguistic descriptions in English³⁾

Descriptor used in mathematical evaluation technique	Suggested fuzzy linguistic values
1. Likelihood (of the accident-sequence)	
- might well be expected	[very likely]
- quite possible	[likely]
- unusual but possible	[more-or-less likely]
- only remotely possible	[unlikely]
- conceivable, but highly unlikely	[very very unlikely]
- practically impossible	[very unlikely], [impossible]
2. Exposure (to hazardous event)	
- continuous (many times daily)	[very high]
- frequently (once a day)	[high]
- occasionally (one per week or month)	[moderate]
- monthly (one per month/year)	[more-or-less low]
- rare	[low]
- very rare	[very low]
3. Consequences (of the accident)	
- catastrophe (extensive damage, over \$10 ⁷ , many fatalities)	[extremely high]
- disaster (\$10 ⁶ ~ 10 ⁷ , fatalities)	[very high]
- very serious (\$10 ⁵ ~ 10 ⁶ , a fatalities)	[high]
- serious (\$10 ⁴ ~ 10 ⁵ , serious injury)	[medium]
- important (\$10 ³ ~ 10 ⁴ , disability)	[more-or-less medium]
- noticeable (\$10 ² ~ 10 ³ , first aid)	[low]

Table 2. Linguistic descriptions in English⁷⁾

Suggested fuzzy linguistic values in Korean (English)	
1. “발생가능성” (Likelihood)	
“절대적으로 높다”	(absolutely high)
“매우 높다”	(very high)
“높다”	(high)
“보통”	(medium)
“낮다”	(low)
“매우 낮다”	(very low)
“절대적으로 낮다”	(absolutely low)
2. “노출정도” (Exposure)	
“절대적으로 크다”	(absolutely large)
“매우 크다”	(very large)
“크다”	(large)
“보통”	(medium)
“작다”	(small)
“매우 작다”	(very small)
“거의 없다”	(almost none)
3. “결과의 심각성” (Consequences)	
“절대적으로 크다”	(absolutely large)
“매우 크다”	(very large)
“크다”	(large)
“보통”	(medium)
“작다”	(small)
“매우 작다”	(very small)
“거의 없다”	(almost none)

그러나, 이 연구들은 어디까지나 영어를 기반으로 한 연구이었다. 그러므로, 이 연구결과들을 단순히 한글로 번역하여 그대로 국내 상황에 적용하기에는 많은 무리가 뒤따른다. 예를 들어, 정상윤은 발생가능성, 노출정도, 심각성을 표현하는 50개의 한글 언어를 100점 척도로 평가한 결과, 언어변수를 7가지로 정리하여 평가하는 것이 가장 편리하고 정확하다고 주장하였다⁷⁾. Table 2는 그 결과를 보여 준다. 그러나, “절대적으로 높다”, “거의 없다” 등의 표현은 영어 단어를 글자 그대로 번역한 것에 지나지 않으며, 또한 한 가지 속성을 나타내는 용어가 상하 대칭적이지 않아 당면 상황의 위험성을 평가함에 있어 한국인의 인식을 전달하기에는 많은 무리가 따른다.

퍼지 리스크 평가는 사람들이 사용하는 언어표현을 언어변수로 활용하여 소속함수를 도출하고 일련의 추론과정을 통해 리스크를 평가하는 과정이다. 리스크 요인에 대한 개념적 인식은 언어를 통하여 인식된다.

예를 들어 리스크의 상태 및 정도를 표현하기 위하여 사람들은 “매우 높다”, “상당히 크다” 등과 같은 표현을 이용한다. 그러나, 우리말에는 매우 다양한 표현들이 존재한다. 또한, 불명확하고 애매한 표현도 매우 많다. 그러므로 언어변수를 가지고 리스크 수준을 구분하는 경우, 언어변수 사이의 정도 차이를 구분하기가 어렵고, 같은 단어에 대해서도 개인이 갖고 있는 인식 정도에 차이가 있을 수 있다. 이렇게 불명확한 언어변수를 이용하여 수행되는 리스크 평가결과는 당면한 리스크에 대하여 올바른 정보를 전달할 수 없다. 하물며 한국인의 정서와 거리가 있을 수 있는 영문 언어변수를 직역하여 활용하는 것이 타당한 것인가 하는 것은 의문이다.

본 연구는 리스크 요인을 한국어 언어변수로 제시하는 경우, 각 표현에 대하여 평가자들이 갖고 있는 인식 정도의 차이를 소속함수로 나타내어 응답자들의 인식 차이를 비교하고, 한국어 언어변수를 제시하기 위한 합리적 방안을 모색함으로써, 리스크 평가의 유효성을 향상시키기 위하여 수행되었다.

2. 연구 방법

2.1 언어변수의 구성

본 연구에서는 기존 리스크 관련 연구에서 이용된 부사를 조사하여 먼저 102개의 부사를 추출한 후, 표준국어대사전에서 그 의미를 검토하여 빈도, 강도 및 리스크를 수식하는 데 적절하다고 판단되는 부사를 최종적으로 선별하였다. 실제로 피실험자에게 제시된 부사는 Fig. 1 [Question 2] ①에 제시된 바와 같이 총 32개이었다.

리스크의 크기는 각 요인별로 “크다”, “보통이다”, “작다”의 3수준으로 구분하여 응답자가 쉽게 구분할 수 있도록 하였다.

2.2 피실험자

피실험자는 크게 세 그룹으로 나누어 선발하였다. 첫 번째 그룹은 리스크평가에 대하여 관심이 깊다고 판단되는 안전공학 전공의 20대 대학생 35명(수학기간 평균 3.5±1.5년)을 선발하였으며, 두 번째 그룹은 특히 언어변수에 민감하다고 판단되는 20대 대학생으로 국문학 전공의 학생 32명(수학기간 평균 3.3±1.4년)을 선발하였고, 나머지 세 번째 그룹으로는 생산현장에서 실제로 위험요인을 인지하고 리스크 평가를 수행하는 안전관리자 31명(업무경력 평균 6.6±6.0년)을 선발하였다.


2.3 리스크 상황의 제시

리스크가 포함된 위험 상황은 한국산업안전보건공단에서 제작한 위험예지훈련도해집⁸⁾에 게재된 일러스트레이션(illustration) 중 10매를 선정하여 활용하였으며, 무작위로 응답자에게 제시되었다. Fig. 1은 피실험자들에 제시된 일러스트레이션의 예이다. 다만, 피실험자들에게는 한글로 제시되었으나, 여기에는 본 학회지 편집규정상 영어로 수정하였다.

2.4 리스크 평가 및 결과 기록

피실험자로 하여금 제시된 위험상황에 대하여 위험요인으로 인한 사고의 발생 빈도 및 발생 강도를 우선 Fig. 1에 보는 바와 같이 각각 100 mm 선형 척도에 표시하게 하여 개별적 요인에 대한 평가를 통하여 리스크 평가의 안정성을 높인 후, 최종 리스크 값이라고 예상되는 최빈값(가장 확신도가 높은 값), 최소값 및 최대값을 각각 100 mm 선형 척도에 표시하게 하였다.

[Question 1] After comprehending the following situation, please assess the likelihood, severity and risk of an accident by marking ✓ on the linear scales below.



Situation : A worker is driving a forklift with heaping up pallets highly.

1) Likelihood

① Mode |-----|
0 100

② Minimum |-----|
0 100

③ Maximum |-----|
0 100

2) Severity

① Mode |-----|
0 100

② Minimum |-----|
0 100

③ Maximum |-----|
0 100

3) Risk

① Mode |-----|
0 100

② Minimum |-----|
0 100

③ Maximum |-----|
0 100

[Question 2] Please express the likelihood, severity and risk with an adverb out of the given set ① and an adjective out of the given set ②.
(Ex.) slightly high, very large
If there is no proper expression you can use your own one.

① fully(가득이), excessively(과히), extremely(평장히), very(극히), pretty(꽤), somewhat(다소), exceedingly(대단히), extremely(되게), severely(마구), much(많이), very(매우), seriously(중시), limitless(무진장), quite(무척), relatively(비교적), quite(사뭇), considerably(상당히), innumerable(수없이), excessively(심히), really(썩), quite(아주), slightly(약간), roughly(일쭉), completely(완전히), extraordinarily(월등히), exceedingly(자못), fairly(제법), a little bit(조금), extremely(지극히), the utmost(한껏)

② high/low, serious/negligible, large/small, medium

likelihood (high/low)	consequences (serious/negligible)	risk (large/small)

Fig. 1. An example of illustration shown to subjects.

이와 같은 방법으로 개별적인 상황에 대하여 정량적 평가가 끝나면, 다음에는 해당 상황에 대한 리스크의 크기를 가장 적절한 언어변수 한 개를 선정하여 표현하도록 요구하였다. 이때, 필요하면 설문지에 제시된 정도부사(adverbs of degree) 중 가장 적절하다고 생각 되는 언어변수를 한 개 추가하거나, 또는 본인이 판단 하기에 가장 적절하다고 판단되는 부사를 하나 추가 하도록 하여, 언어변수의 도입을 유도하였다.

3. 결과 분석

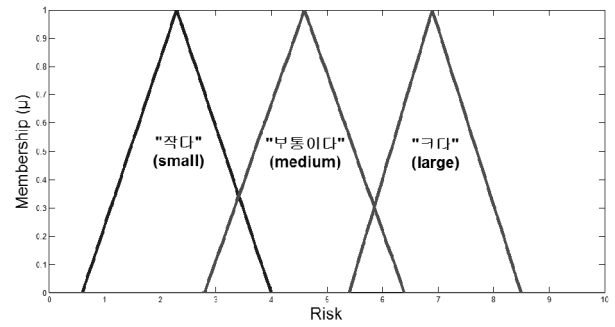
각각의 위험상황에 대하여 각 그룹의 평가자들이 리스크를 표현하는 데 사용한 언어표현 및 소속함수 결과를 취합하고, 평가자들에게서 얻은 결과를 언어변수 별로 구분하였다. 단, 응답 항목이 완성되지 못하여 불 완전한 항목은 분석에서 제외하였다. 그 결과, 안전공학 전공 학생그룹에서는 350개의 응답 중 349개의 응답을, 국어국문학 전공 학생그룹의 경우에는 320개의 응답 중 309개, 그리고 안전관리자 그룹의 경우에는 310개의 응답 중 297개의 응답결과를 분석하였다.

3.1 그룹별 언어변수의 기본 인식

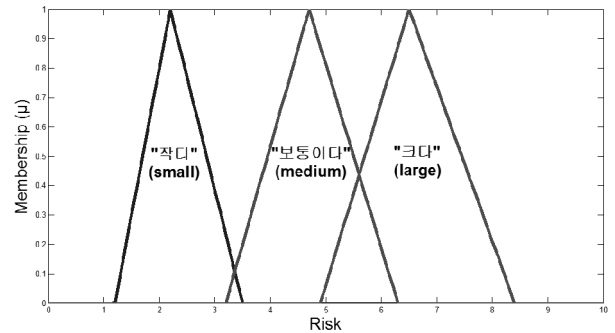
각 그룹 평가자들로부터 도출한 결과로부터 언어변수에 대응하는 소속함수를 분류하고, 각 함수들의 최소값, 최빈값, 최대값의 평균을 구하여 해당 언어변수의 인식 범위를 비교하였다. 우선, “크다”, “보통이다”, “작다”의 기본적 언어변수를 비교한 결과는 Fig. 2와 같다.

기본적으로 각각의 개념에 대한 세 집단의 반응은 크게 다르지 않았다 (이 사실은 3.2에서 더 상세히 설명하기로 한다). 다만, 각 집단의 반응에는 약간의 차이가 있었다. Fig. 2(a)에 따르면, 안전공학을 전공하는 학생집단은 다른 집단에 비하여 상대적으로 리스크에 대한 언어인식이 등간격으로 균형잡혀 있었다.

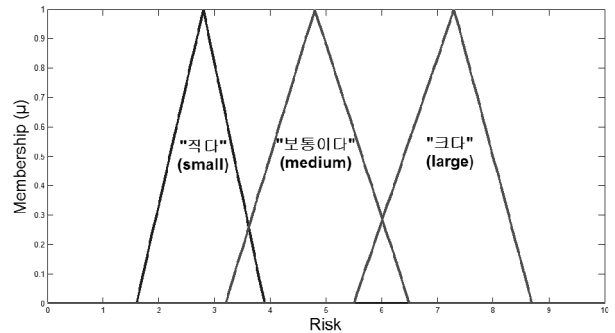
그러나, 이에 비해 국어국문학 전공 학생그룹의 인식은 Fig. 2(b)에 보는 바와 같이 부정적인 방향으로 다소 편향된 모습을 보여 주었다. 이것은 안전공학 전공 학생집단에 비하여 리스크를 크게 인식하는 경향이 있다는 것을 보여주는데, “크다” 함수의 오른쪽 범위에 위치하게 되는 “매우 크다” 함수의 범위가 넓을 것이라는 점과, “작다” 함수의 왼쪽 범위에 위치하게 되는 “매우 작다” 함수의 범위가 좁을 것이라는 점을 감안한다면, 국문학 전공 학생집단은 같은 상황에 대하여 리스크를 상대적으로 크게 인식하고 있다는 점을 이해할 수 있었다.



(a) students majoring in safety eng.



(b) students majoring in Korean



(c) safety engineers

Fig. 2. Basic cognitive functions for risk assessment.

한편, 안전관리자 그룹의 언어인식은 Fig. 2(c)에 보는 바와 같이 인식의 범위가 좁아, 안전관리자간에는 인식차이가 상대적으로 적다고 판단되었다. 반면, 학생 집단과는 반대로, “매우 크다” 함수의 범위는 좁고, “매우 작다”의 범위가 넓을 것이라는 점을 예상하면, 학생집단에 비하여 안전관리자 집단은 리스크를 작게 인식하고 있다는 점을 이해할 수 있었다.

그러나, 세 집단 모두 “크다”, “보통이다”, “작다”의 기본적 언어변수 세 가지에, “매우 크다”와 “매우 작다” 두 가지가 추가되면 리스크에 대한 정보를 교환하는 데에는 무리가 없을 것으로 판단되었다. 리스크 크기에 대응하는 언어변수가 최소한 하나 이상 존재하며, 또한 하나의 리스크 수치에 대응하는 언어변수가 동시

Table 3. Comparison of mean values for a membership function

risk category	students majoring in safety eng.	students majoring in Korean	safety engineers
large	“매우 크다” (very large) (62, 79, 91)	“매우 크다” (very large) (73, 85, 94)	“대단히 크다” (greatly large) (70, 80, 93)
	“아주 크다” (quite large) (58, 74, 88)	“상당히 크다” (considerably large) (66, 78, 91)	“제법 크다” (fairly large) (66, 76, 89)
	“상당히 크다” (considerably large) (59, 71, 93)	“많이 크다” (much large) (62, 73, 87)	“매우 크다” (very large) (62, 75, 88)
	“크다” (large) (54, 69, 85)	“크다” (large) (49, 65, 84)	“크다” (large) (55, 73, 87)
	“꽤 크다” (pretty large) (48, 66, 80)	“제법 크다” (fairly large) (45, 65, 79)	“상당히 크다” (considerably large) (60, 70, 85)
	“비교적 크다” (comparatively large) (47, 63, 75)	“꽤 크다” (pretty large) (43, 64, 79)	“많이 크다” (much large) (60, 68, 85)
	“다소 크다” (somewhat large) (41, 60, 76)	“다소 크다” (somewhat large) (40, 56, 70)	“꽤 크다” (pretty large) (47, 60, 74)
	“제법 크다” (fairly large) (42, 60, 75)	“비교적 크다” (comparatively large) (35, 55, 73)	“다소 크다” (somewhat large) (43, 58, 72)
	“약간 크다” (slightly large) (39, 57, 74)	“약간 크다” (slightly large) (35, 54, 69)	“조금 크다” (a little bit large) (42, 56, 72)
“조금 크다” (a little bit large) (38, 57, 73)	“조금 크다” (a little bit large) (30, 51, 70)	“약간 크다” (slightly large) (41, 56, 69)	
medium	“보통이다” (medium) (28, 46, 64)	“보통이다” (medium) (32, 47, 63)	“보통이다” (medium) (32, 48, 65)
small	“약간 작다” (slightly small) (23, 36, 53)	“비교적 작다” (comparatively small) (21, 39, 51)	“비교적 작다” (comparatively small) (27, 38, 53)
	“비교적 작다” (comparatively small) (10, 29, 42)	“약간 작다” (slightly small) (21, 36, 51)	“제법 작다” (fairly small) (26, 37, 50)
	“다소 작다” (somewhat small) (15, 28, 42)	“사뭇 작다” (littlish) (19, 36, 48)	“다소 작다” (somewhat small) (23, 33, 46)
	“조금 작다” (a little bit small) (13, 26, 45)	“다소 작다” (somewhat small) (15, 36, 51)	“조금 작다” (a little bit small) (19, 31, 47)
	“많이 작다” (much small) (11, 24, 36)	“제법 작다” (fairly small) (11, 32, 42)	“약간 작다” (slightly small) (19, 29, 45)
	“작다” (small) (06, 23, 40)	“조금 작다” (a little bit small) (16, 30, 44)	“작다” (small) (16, 28, 39)
	“꽤 작다” (pretty small) (09, 22, 40)	“꽤 작다” (pretty small) (10, 22, 37)	“많이 작다” (much small) (16, 23, 35)
	“상당히 작다” (considerably small) (09, 22, 29)	“작다” (small) (12, 22, 35)	“상당히 작다” (considerably small) (03, 17, 27)
	“아주 작다” (quite small) (07, 17, 30)	“매우 작다” (very small) (15, 22, 31)	“꽤 작다” (pretty small) (04, 14, 29)
“매우 작다” (very small) (06, 16, 26)	“아주 작다” (quite small) (09, 16, 27)	“굉장히 작다” (extremely small) (00, 07, 10)	

에 두 개를 넘지 않기 때문이다.

3.2 정도부사의 인식

세 집단 모두 “크다”, “보통이다”, “작다”라는 기본적인 언어변수에 대한 반응은 크게 다르지 않았다. Table 3은 제시된 일러스트레이션에 관계없이 응답한 언어표현 및 리스크를 기준으로 소속함수의 범위를 정리한 것이다. 이 결과에 따르면, 집단에 관계없이 “보통이다”라는 개념은 완벽하다고 할 만큼 동일하다는 것을 알 수 있으며, “크다”라는 개념에 대해서도 인식에 크게 차이가 없음을 알 수 있다.

3.3 언어변수의 범주화

각 그룹의 피실험자들에게 리스크 관련 언어변수를 어떻게 구분하는 것이 좋겠는가 질문한 결과에 대해서는 반응이 달랐다.

먼저, 리스크평가에 있어서 범주를 몇 개로 구분하든 인간의 특성상 특별히 위험성이 강조되지 않는 한 가운데 범주로 평가되는 경향이 있다⁸⁾는 점을 감안하면 3개 수준만으로 리스크 수준을 변별하기는 곤란하다고 판단되어, 3수준 구분 방식은 질문에서 제외되었다. 또한, 4개 수준이나 6개 수준 등 짝수 개의 수준은 평가자가 균형잡힌 감각으로 평가하기 곤란할 것으로 판단하여 역시 질문에서 제외시켰다. 또한 9개 이상의 홀수 개 수준은 Miller의 연구결과¹⁰⁾에서와 같이 절대 식별의 경우 평가자의 혼동만 가중시킬 뿐, 리스크 수

준평가의 변별에 도움이 되지 않을 것으로 판단하여 역시 평가에서 제외시켰다. 그 결과, 질문에 포함된 내용은 5개 수준과 7개 수준 등 홀수 개 수준이었다.

응답자들의 응답에 따르면 5개 수준으로 나누는 경우든 7개 수준으로 나누는 경우든 수치로 표현한 언어변수별 대응함수, 다시 말해 언어변수별 소속함수의 범위는 그룹에 관계없이 대체로 비슷하였다. 5개 수준으로 리스크 수준을 구분하는 경우 각 집단에 의하여 제안된 범주의 평균적 소속함수와, 7개 수준으로 구분하는 경우에 대하여 제안된 범주의 평균적 소속함수의 구체적인 함수값은 Table 4와 Table 5에 제시된 바와 같다.

각 수준에 대응하여 각 그룹별로 추천된 언어변수 역시 다소 차이는 있었으나, 대체로 비슷하였다. Table 6은 각 그룹이 제안한 언어변수들과 지지비율을 정리한 결과이다. 이 Table에 따르면, 각 그룹들의 의견을

Table 4. Risk membership functions corresponding to voluntary categorization (five category case, mean±s.d.)

risk ca.	students majoring in safety eng.	students majoring in Korean	safety engineers
1	(04±06, 15±07, 25±10)	(04±02, 12±04, 20±06)	(04±07, 13±08, 24±10)
2	(22±09, 32±08, 43±08)	(20±08, 28±08, 37±09)	(18±09, 30±11, 41±13)
3	(39±07, 51±05, 62±08)	(37±07, 48±05, 58±08)	(35±10, 47±09, 59±09)
4	(57±07, 69±07, 79±08)	(58±10, 68±08, 77±08)	(54±10, 68±09, 80±08)
5	(76±07, 87±05, 97±04)	(77±11, 85±08, 94±06)	(71±11, 84±08, 97±06)

Table 5. Risk membership functions corresponding to voluntary categorization (seven category case, mean±s.d.)

risk ca.	students majoring in safety eng.	students majoring in Korean	safety engineers
1	(04±06, 12±07, 19±09)	(05±03, 10±07, 17±05)	(03±03, 09±05, 16±07)
2	(16±08, 25±09, 33±10)	(16±06, 22±07, 29±08)	(14±06, 22±08, 29±10)
3	(29±09, 38±09, 46±10)	(28±07, 36±08, 44±09)	(27±08, 35±08, 44±09)
4	(41±08, 51±05, 61±06)	(41±07, 50±07, 59±08)	(39±09, 48±08, 58±07)
5	(55±08, 64±06, 72±07)	(54±07, 63±06, 72±07)	(54±08, 64±08, 72±08)
6	(67±09, 76±07, 84±07)	(69±07, 78±06, 86±06)	(70±08, 77±07, 85±06)
7	(81±07, 90±05, 97±04)	(82±09, 89±07, 96±06)	(82±08, 91±05, 98±02)

종합해 볼 때 최하위 언어변수는 단언 “매우 작다”가 압도적이고, 중간 수준에는 “보통이다”, 최고위 수준에는 “매우 크다”가 적절한 것으로 판단되었다. 이에 비

하여 제2수준과 제4수준의 경우에는 “다소”, “약간”, “조금”, “비교적” 등의 정도부사와 “작다”, “크다” 등의 형용사로 구성할 것을 제안하였다.

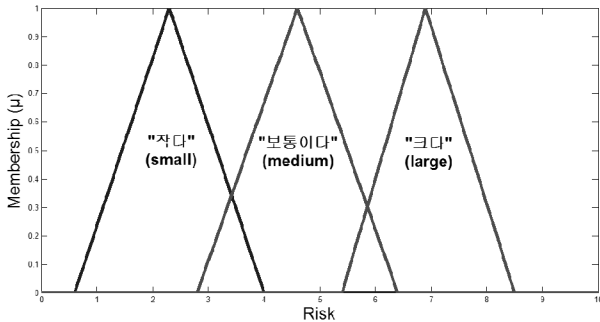
4. 언어변수 세분화의 영향

Fig. 3은 안전공학 전공 그룹의 반응을 리스크 수준 구분이 증가함에 따라 정리한 것이다. 단, Fig. 3(a)는 응답자들이 제안한 결과가 아니라, 실험을 통하여 피 실험자들이 응답한 결과들 중 “작다”, “보통이다”, “크다”라고 응답한 결과만을 추출하여 정리한 결과이다. 반면, Fig. 3(b)와 Fig. 3(c)는 각각 응답자들이 직접 제안한 결과이다.

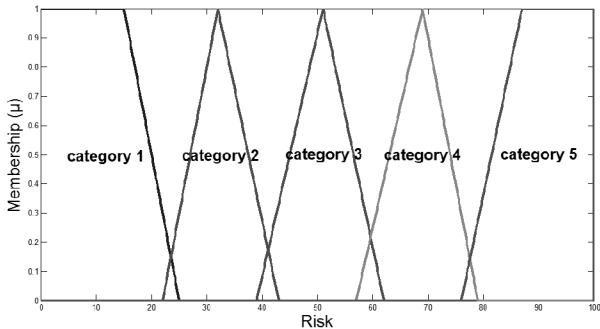
이 그림들에 따르면 언어변수가 증가함에 따라 인간의 인식이 어떻게 변화하는가를 알 수 있다. 즉, 언어

Table 6. Voluntarily suggested meaningful linguistic variables and rankings

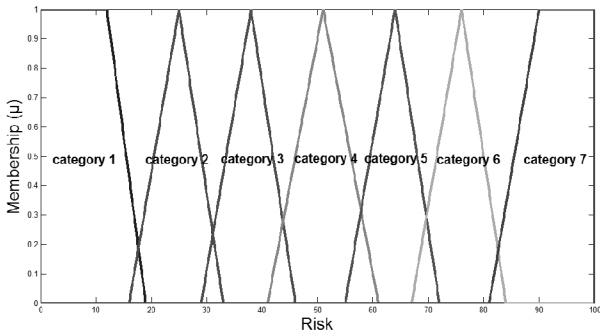
(a) students majoring in safety eng.										
Rank	Category 1		Category 2		Category 3		Category 4		Category 5	
	Linguistic Variable	(%)	Linguistic Variable	(%)	Linguistic Variable	(%)	Linguistic Variable	(%)	Linguistic Variable	(%)
1	“굉장히 작다” (enormously small)	22	“약간 작다” (slightly small)	22	“보통이다” (medium)	97	“다소 크다” (somewhat large)	22	“굉장히 크다” (enormously large)	28
2	“매우 작다” (very small)	16	“조금 작다” (a little bit small)	22			“조금 크다” (a little bit large)	16	“매우 크다” (very large)	22
3	“극히 작다” (infinitesimally small)	6	“다소 작다” (somewhat small)	13			“많이 크다” (much large)	16	“상당히 크다” (considerably large)	13
4	“완전히 작다” (quite small)	6	“비교적 작다” (comparatively small)	13						
(b) students majoring in Korean										
Rank	Category 1		Category 2		Category 3		Category 4		Category 5	
	Linguistic Variable	%	Linguistic Variable	%	Linguistic Variable	%	Linguistic Variable	%	Linguistic Variable	%
1	“매우 작다” (very small)	56	“조금 작다” (a little bit small)	36	“보통이다” (medium)	92	“조금 크다” (a little bit large)	40	“매우 크다” (very large)	68
2	“꽤 작다” (pretty small)	8	“다소 작다” (somewhat small)	24			“다소 크다” (somewhat large)	16	“상당히 크다” (considerably large)	8
3	“상당히 작다” (considerably small)	8	“비교적 작다” (comparatively small)	12			“꽤 크다” (pretty large)	12		
4	“굉장히 작다” (enormously small)	8	“약간 작다” (slightly small)	8			“약간 크다” (slightly large)	8		
(c) safety engineers										
Rank	Category 1		Category 2		Category 3		Category 4		Category 5	
	Linguistic Variable	(%)	Linguistic Variable	(%)	Linguistic Variable	(%)	Linguistic Variable	(%)	Linguistic Variable	(%)
1	“매우 작다” (very small)	25	“약간 작다” (slightly small)	25	“보통이다” (medium)	90	“크다” (large)	25	“매우 크다” (very large)	35
2	“굉장히 작다” (enormously small)	15	“다소 작다” (somewhat small)	20			“다소 크다” (somewhat large)	25	“굉장히 크다” (enormously large)	25
3	“상당히 작다” (considerably small)	10	“작다” (small)	20			“약간 크다” (slightly large)	20	“상당히 크다” (considerably large)	10
4	“극히 작다” (infinitesimally small)	10	“조금 작다” (a little bit small)	15			“조금 크다” (a little bit large)	15		



(a) Three level categorization



(b) Five level categorization



(c) Seven level categorization

Fig. 3. Suggested membership functions over the categorization level (students majoring in safety eng.).

변수가 3수준인 경우에는 중간에 “보통이다”라는 인식이 위치하고 있으며, 그보다 일정 부분 큰 쪽은 모두 “크다”, 그리고 작은 쪽은 모두 “작다”라는 인식으로 3분되어 있음을 알 수 있다.

그러나, 인식 수준이 5개 수준으로 구분되면, “보통이다”라는 중간 인식 집합의 폭이 좁아지는 반면, “크다”라는 인식은 “조금 크다”와 “매우 크다”로 다시 2분되는데, 각 수준의 인식범위는 더욱 좁아진다. 이 점은 “작다”라는 인식도 마찬가지이다.

인식 수준이 7개 수준으로 더욱 세분되면, “보통이다”라는 인식 범위를 더욱 좁아진다. 또한, “조금 크다”라는 인식범위도 다시 세분되어 두 집단을 형성한

다. 다만, 각 인식수준에 대응하는 언어변수는 사람마다 다르다.

이때, 흥미로운 점은 “매우 크다”라는 함수의 범위는 약간 좁아지기는 하지만, 다른 언어수준에 비하여 변화가 별로 없다는 사실이다. 이것은 인간의 언어가 극단적인 변수값을 갖는 부분보다는 일상적이고 사소한 부분의 변화에 더 민감하게 반응한다는 것을 보여주고 있다.

특히 Table 3의 중앙 하단에서 보는 바와 같이 국문학 전공학생들은 리스크 수준이 “보통이다”에서 “작다”로 감소하는 사이에 ‘비교적 작다’, ‘약간 작다’, ‘사뭇 작다’, ‘다소 작다’, ‘제법 작다’, ‘조금 작다’, ‘꽤 작다’ 등 다양한 언어변수를 구사하여 리스크의 변화에 예민하게 반응하였다. 이 사실은 인간이 극단적인 결과에 대해서는 부당하게 인식을 회피하는 반면, 사소한 변화에 대해서는 예민하게 반응한다는 일반적인 주장⁹⁾과도 크게 다르지 않다. 언어와 사고는 서로 분리시켜 생각할 수 없을 만큼, 인간은 사고를 바탕으로 언어를 창조하고 또 언어를 통하여 사고를 발전시켜 왔기 때문이다⁴⁾. 바꾸어 말하면, 인간의 관심이 중간 범위에 집중되는 만큼 인간의 리스크 인지는 선형적이 아니라 양끝단이 지수적인 형태로 변화해야 비로소 선형적으로 평가하기 쉬워진다고 해석될 수도 있다.

이러한 인간의 성향을 감안한다면, 예를 들어, 응답자들에게 9수준의 리스크 범주를 요구하여 언어변수가 더 늘어날수록 “조금 작다”, “보통이다”, 그리고 “조금 크다”로 형성되는 중간 범위 내에 더욱 좁은 폭의 범주가 새로 추가되어 응답자들이 인식하는 언어변수 대응폭은 점점 더 줄어드는 반면, 언어로 인한 혼동은 더욱 증대될 것이라는 것은 어렵지 않게 유추할 수 있다. 그러므로 결과적으로, 리스크에 관한 한국어 언어변수는 Table 7에 보는 바와 같이 5개 수준으로 제시하는 것이 가장 바람직하다고 판단되었다.

Table 7. Most recommendable linguistic categories for risk assessment in Korean (five category case)

Level	Potion	Linguistic Expression		Example of Risk Description
		in Korean	in Eng.	
5	81~100	“매우 크다”	(very large)	Fatal injury, Death Mass financial loss
4	61~80	“조금 크다”	(a little bit large)	Serious injury Large financial loss
3	41~60	“보통이다”	(medium)	Medical treatment Ordinary financial loss
2	21~40	“조금 작다”	(a little bit small)	First aid treatment Insignificant financial loss
1	1~20	“매우 작다”	(very small)	No injury Negligible financial loss

5. 결론

본 연구는 리스크 평가와 관련하여 흔히 이용되고 있는 언어변수 체계의 문제점을 확인하고, 해결책을 모색하고자 수행되었다. 연구결과에 따르면 응답자들은 대체로 언어변수에 비하여 리스크 수치를 낮게 평가하는 일관된 경향을 보였으나, 리스크를 3개 수준으로 표현하는 언어변수에 대한 인식은 대체로 비슷하고 객관성이 보였다.

5개 수준에 대한 분석결과에 따르면, 응답자들의 대부분이 정도부사없이 단순히 “크다”, “작다”는 형용사를 쓰기보다는 “조금”, “매우” 등의 정도부사를 추가하여 표현하는 것을 희망하였다. 반면, “절대적으로 크다”, “거의 없다” 등의 통상적인 외국어 번역 언어변수에 대한 선호도는 매우 낮았다. 또한 “보통이다”, “크다”, “매우 크다”로 표현되는 외국식 구분체계에 대한 선호도도 매우 낮아 우리 언어 체계에는 맞지 않는 것으로 판단되었다.

7개 수준의 언어변수와 관련체계를 분석한 결과, 언어변수의 수가 증가함에 따라 “작다”, “보통이다”, “크다”로 이어지는 중간 범위의 리스크 수준에 대응하는 언어변수의 인식폭은 점차 줄어드는 반면 언어변수에 대한 혼동은 점차 증대될 것으로 예상되어, 응답자의 혼동을 증가시킬 뿐 응답의 정확성을 기대하기는 곤란한 것으로 예상되었다. 결과적으로, 리스크 평가에 관한 한 응답자들의 혼동을 줄일 수 있는 한국어 언어변수 체계로는 “매우 작다”, “조금 작다”, “보통이다”, “조금 크다”, “매우 크다”로 이루어지는 5수준 체계가 가장 적절한 것으로 판단되었다.

감사의 글: 이 논문은 2013년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음 (This work was supported by the research grant of Chungbuk National University in 2013).

References

- 1) W.H. Heinrich, D. Petersen and N. Ross, *Industrial Accident Prevention*, 5th ed., McGraw-Hill, New York, 1980.
- 2) K.T. Grabam and G.F. Kinney, “A Practical Safety Analysis System for Hazards Control,” *J. of Safety Research*, Vol. 12, pp.13-20, 1980.
- 3) W. Karwowski and A. Mital, “Potential Applications of Fuzzy Sets in Industrial Safety Engineering,” *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.19, No.2, pp.105-120, 1989.
- 4) R. L. Solso, *Cognitive Psychology*, 4th ed., Allyn and Bacon, 1995.
- 5) H. M. Hersh and A. Caramazza, “A Fuzzy Set Approach to Modifiers and Vagueness in Natural Language,” *Journal of Experimental Psychology*, Vol.105, No.3, pp.254-276, 1976.
- 6) T. Onisawa and N. Yasushi, “Fuzzy Human Reliability Analysis on the Chernobyl Accident”, *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.28, No.2, pp.115-127, 1988.
- 7) S. Y. Jung, “Development of A Fuzzy Multi-Criteria Risk Assessment Method”, Ph.D. Thesis, Graduate School of Dongkuk University, 1998 (in Korean).
- 8) S. H. Kim, *Collected Illustrations for Hazard Anticipation Training*, Korea Occupational Safety and Health Agency, 2007 (in Korean).
- 9) C. Wickens, *Engineering Psychology and Human Performance*, Scott, Foresman and Company, 1984.
- 10) G. Miller, “The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information,” *Psychological Review*, Vol.63, pp.81-97, 1956.