



환경책임보험 배출 물질 정산의 표준화 필요성 및 산출방법 표준화

박명남 · 김창완 · [†]신동일

명지대학교 화학공학과

(2018년 8월 2일 접수, 2018년 8월 31일 수정, 2018년 9월 1일 채택)

Necessity of Standardization and Standardized Method for Substances Accounting of Environmental Liability Insurance

Myeongnam Park · Chang-wan Kim* · [†]Dongil Shin

Department of Chemical Engineering, Myongji University, Yongin,
Gyeonggido 17058, Korea

(Received August 2, 2018; Revised August 31, 2018; Accepted September 1, 2018)

요약

태안반도 원유 유출사고, 구미 불산누출사고 등 2000년 전후로 하여 환경관련 사건과 사고가 빈번히 발생하고 있다. 이러한 환경오염사고를 계기로 선제적 대응 방안이 필요하다는 사회적 공감대가 형성되어 2014년 환경오염피해 배상책임 및 구제에 관한 법률이 제정되고, 2016년 1월부터 시행되고 있다. 이에 따라 도입된 환경책임보험제도는 국내 보험산업계에서 환경위험을 관리하는 새로운 보험모델의 표준화 정립을 통해 관리될 필요가 있다. 지금까지 보험산업에서 표준화에 대한 노력은 다양한 위험 유형의 보장성 보험모델들의 출현에 따라 진행되어 왔다. 이에 따라 본 연구에서는 지식 기반 서비스 중의 하나인 보험 영역에서 기업에 의해 발생 가능한 대기, 수질, 화학, 폐기물, 해양, 토양 등의 환경오염 발생에 대해 6가지 보장 매체에 관한 검증 자료를 의미적 상호운용이 가능한 온톨로지를 통해 표현하였으며, 사업장의 인허가를 토대로 보험 가입 매체 간의 관계를 추론하여 보험모델을 설계하고 제시하였다. 각 사업장 담당자에 의한 물질량 정산 과정과 검증자를 통한 정산 결과의 편차를 줄이기 위해, 추상적인 개념을 흐름도로 객관화, 구체화 하였으며, 해마다 많은 비용과 소모되는 자원을 줄이기 위해 온톨로지 기반의 의사결정지원 시스템의 향후 구축 방안을 제시하고 일부 구현 하였다. 이를 통해 물질량 검증 기준을 표준화함으로써 오류를 최소화하고, 검증에 소요되는 시간과 자원을 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract - Related incidents and accidents are frequent after 2000 years, such as the outbreak of the Taian peninsula crude oil spillage and Gumi hydrofluoric acid leakage accident. In the wake of such environmental pollution accidents, Consensus has been formed to enact legislation on liability for the compensation of environmental pollution in 2014 and the rescue, and has been in force since January 2016. Therefore, in the domestic insurance industry, the introduced environmental liability insurance system needs to be managed through the standardization formula of a new insurance model for managing the environmental risk. This study has been carried out by the emergence of a safe insurance model with a risky nature of the risk type, which is one of the services of the knowledge base. The verification of the six assurance media on the occurrence of environmental pollution such as chemical, waste, marine, soil, etc. is expressed through semantic interoperability through this possible ontology. The insurance model was designed and presented by deducing the relationship between the amount of money and the amount of money that was written in the area of existing expertise, In order to exclude the possible consequences, the concept of abstract is conceptualized in the form of a customer, and a plan for the future development of an ontology-based decision support system is proposed

[†]Corresponding author: dongil@mju.ac.kr

Copyright © 2018 by The Korean Institute of Gas

to reduce the cost and resources consumed every year. It is expected that standardization of the verification standard of the mass of mass will minimize errors and reduce the time and resources required for verification.

Key words : Ontology, Standardization, Knowledge Representation, Insurance, Environment Liability

I. 서론

2000년 전후로 환경관련 사건과 사고가 빈번히 발생하고 있다. 대표적인 사례로 2007년 12월 7일 충청남도 태안군 만리포 해상에서 발생한 원유 누출사고는 국내 최대 유출사고로, 광범위하게 오염시키고 해양생태계 복구가 힘들 정도로 파괴하여 방재 처리에 엄청난 시간이 소요되었다. 375 km에 이르는 태안반도의 해안선과 101개의 도서가 오염된 것은 물론 인근에 거주하는 4만여 가구 주민들의 건강이 위협받았고, 막대한 경제적 피해를 야기했다[1]. 또한 2012년 9월 구미 불산누출사고는 가스를 주입하는 과정에서 약 12톤이 대기에 누출된 사고로, 총 23명(사망 5명, 부상 18명)이 직접적인 피해를 입었으며, 확산된 불산은 누출 지점에서 반경 2 km 정도의 영역이 오염되었다[2]. 이러한 환경오염피해의 전문학적 배상금이 책정되면 대비하지 못한 기업은 지급 불능 상태가 될 수 있으며, 피해자에 대한 충분치 못한 보상으로, 국가가 세금으로 보전해야 하는 상황이 발생하게 된다. 이는 선

제적 사고대응 방안과 환경오염사고에 대해 합리적으로 대처하기 위한 제도가 필요하다는 사회적 공감대가 형성되는 계기가 되었으며, 이러한 공감대를 토대로 환경오염피해 배상책임 및 구제에 관한 법률이 제정되어 2016년 1월부터 시행되었다. 이후 2016년 7월에는 환경책임보험이 도입되었다. 환경책임보험가입 의무대상시설을 Table 1에 정리하였다. 또한 시설의 규모와 피해 결과 등을 고려하여 위험군을 가, 나, 다군으로 세분하고 사업자의 배상책임한도 금액 2,000억 원의 범위 내로 제한하였고, 그 이상의 금액에 대하여는 보험에 가입하도록 규정하여 운영되고 있다[3]. 그러나 새로 시행된 환경책임보험은 대상 사업장만 해도 13,000여개에 달하기에 보험기간동안 배출한 오염물질의 검증을 위해 많은 시간과 자원이 소요되는 실정이다.

지식 기반 서비스 중에 하나인 보험 산업에서 지식공학의 응용과 실례는 다른 분야에 비해 이론적, 경험적 연구가 부족하다[4]. 따라서 최근 생성된 환경책임보험을 기반으로 지식 공학적 방법 중의 하나인 온톨로지를 활용하여 기업에서 발생할 수 있

Table 1. Facilities subject to environment liability insurance (By 2013)[3]

	Facilities object to damage liability		Facilities object to liability insurance	
Atmosphere	Air pollutant emission facilities	48,615	Atmospheric 1 st class and atmospheric emission facilities	4,664
Water quality	wastewater discharge and zero discharge facilities	49,201	Water quality 1 st and specific pollutant emission facilities	5,618
Waste	Waste treatment facility Construction waste treatment facility	4,680 1,980	Designated waste treatment facility	760
Soil	Target facilities for soil pollution management	22,868	Oil pipeline and submitted for the risk management plan facilities, Storage capacity over 1,000 oil and pollutant waster storage facilities	556 420
harmful chemical substance	Harmful chemical handler and hazard management plan submission hazardous chemical handling facilities	6,889	Essential Hazardous chemical target facilities	1,206
Noise vibration	Noise and vibration discharge facility	43,254	-	-
	Total	177,487	Total	13,224

는 대기, 수질, 화학, 폐기물, 해양, 토양 위험 등 6 가지 보장 매체에 대한 검증 자료를 의미적 상호운용이 가능하도록 표현하였으며, 사업장의 인허가를 토대로 보험 가입 매체 간의 관계를 추론하여 배출 물질 정산모델을 설계하고 제시하고자 하였다. 또한 본 논문에서 제시한 추출된 규칙은 향후 데이터 베이스의 확장성과 재사용성에 매우 유용할 것이며, 관련 도메인 전문가가 쉽게 이해할 수 있다. 필요에 따라 정보의 검색, 지식 데이터의 공유, 재사용이 용이하도록 하고, 유지보수성을 높였다. 본 연구에서 제시한 정산모델을 통해 물질량 검증 기준을 표현함으로써 오류를 최소화하고, 검증에 소요되는 시간과 자원을 큰 폭으로 감소할 것으로 기대된다.

II. 환경책임보험 배출 물질 정산 방법

2.1 환경책임보험

환경책임보험은 증권에 기재된 시설의 설치 운영으로 인하여 발생된 환경오염 피해로 보험기간 중에 피보험자에게 손해배상청구가 제기, 법률적인 배상책임을 부담함으로써 입은 손해를 보장한다고 명시되어 있다. 즉, 피 보험자의 시설에서 업무로 발생된 환경오염으로 인해 피해를 입은 제 3자에 대한 신체상해나 재물손해, 소송 및 오염제거비용을 보상해주는 배상책임보험을 말하며, 기후변화를 포함한 환경에 대한 정부의 적극적인 노력과, 사업 운영에 있어 환경관련 문제 증대 및 환경관련 비용 증가로 인한 법률적 배상책임에 대비하기 위한 보험을 말한다[5].

또한, 보험요율을 산출하기 위해 보험가입 대상

업체에서 배출되는 물질에 관한 위험과 관련 시설에 대해 위험성을 평가한다. 그 이유는 표준산업분류를 통한 동일한 사업군에 속한 기업이라 하더라도, 해당 기업에서 실제 다루는 물질의 종류나 배출량, 그리고 관련 취급 물질과 시설의 사전 관리 실태와 사후 관리 결과에 따라 환경위험도는 크게 차이가 난다. 따라서 6가지 보험 가입 매체인 대기, 수질, 폐기물, 토양, 화학, 해양 등의 대상시설과 인체건강영향지수 (HEF, Human Health Effect), 화학물질잠재도위험도 (DistHH, Distribution for Human Health), 수량을 참고한 위험수량을 판단하는 물질위험 평가를 통해 Table 2와 같이 기본적인 보험요율을 산출하고, 시설의 위험성 평가와 기업의 사고 발생시의 관한 대책평가 그리고, 주변 피해 가능성을 판단하는 수용체 평가 덧붙여 과거 일정기간동안의 사례평가를 통해 기본보험요율을 할인 또는 할증하여 보험료를 산출하게 된다[6].

2.2 배출 물질 정산

기업에서 취급하는 물질에 관한 위험도를 평가 할 때에는 환경위해성이나 물리적 위험성을 평가하는 것이 아닌, 인체의 위해성을 중점적으로 평가하게 된다. 이를 판단하는 척도로 유럽에서 사용하는 화학물질평가 우선순위 산정기법을 적용하는데 EURAM (European Union risk ranking method) 방법을 이용하여 인체건강영향지수 (HEF)와 화학물질의 위험잠재도 (DistHH) 및 수량을 적용하여 위험성을 평가한다. Table 3은 화학물질의 잠재 위험도를 상온에서 나타내는 지표로 정의하고, 잠재 위험도는 위험잠재도에 수량을 곱한 값으로 표시한다[6].

Table 2. Subject of environment pollutant risk assessment[7]

Assessment	Required basis documents	Criteria
Atmosphere	Air source emission management system(SEMS) report, license, TMS and self-measurement data + annual operation time data	As of the end of December last year, annual emissions“, use and handling “total amount of material“
Water	Whole country wastewater emission survey report, WTMS and self-measurement data + annual wastewater discharge data	
Chemical	Harmful chemical substance performance report data, toxic gas use performance data according to high-pressure gas safety management law	
Waste	Allbaro system performance report document	
Soil	Certificate of completion of report for measurement soil pollution management facility	“Finally license“ (storage capacity) as of end data of insurance
Ocean	Certificate of marine facilities (change) notification	

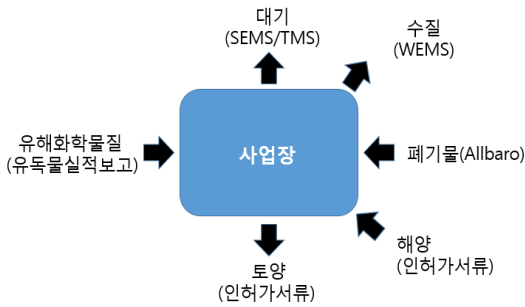


Fig. 1. Substance risk assessment [7].

<의무보험 가입 과정>[7]

의무보험 가입 프로세스는 다음과 같다.

- 가. 의무가입대상여부 확인 → <http://www.eil-korea.or.kr> (환경책임보험 전산망) → 왼쪽 메뉴 아래 게시판/사업장 코드: 사업자 번호 조회 → 의무가입대상 여부 인허가 매체 확인
- 나. 보장계약금액 확인 → 환경책임보험 통합관리시스템 왼쪽 메뉴 보장금액 선택 → 보유 시설 확인 후 시설 규모 입력 (가군, 나군, 나군(소기업), 다군, 다군(소기업))
- 다. 현황조사표 작성 → 환경책임보험 전산망 공지사항 → 사업장 현황 조사표 및 사업장 배출량 양식 작성 (삭제)
- 라. 현황조사표 및 필수 가입서류 제출 → DB손해보험 영업 담당자에게 전달 → 필수가입서류 :사업자 등록증, 인·허가증, 보험 가입매체 별 측정기록부, 실적보고
- 마. 인·허가 신청 → 지자체 등 인·허가 기관에 보험증권 제출 및 인·허가 신청

<배출물질량 정산 과정>[8]

- 가. 정산 대상 여부 확인 → 보험 증권 및 보험시작일 확인, 정산 대상: 유효 계약 확인
- 나. 정산 템플릿 작성 → 양식: 환경책임보험전산망 (www.eilkorea.or.kr), 원스탑온라인시스템 (www.eilkorea.co.kr)
- 다. 정산자료제출 → DB손해보험 계약 담당자 전달
- 라. 정산보험료 안내 → DB손해보험 계약담당자 개별안내, 환급대상: 보험계약자 법인계좌송금, 추정대상: 입금전용 가상계좌 발급
- 마. 정산완료 → 정산 완료 후 차년도 환경책임보험 갱신

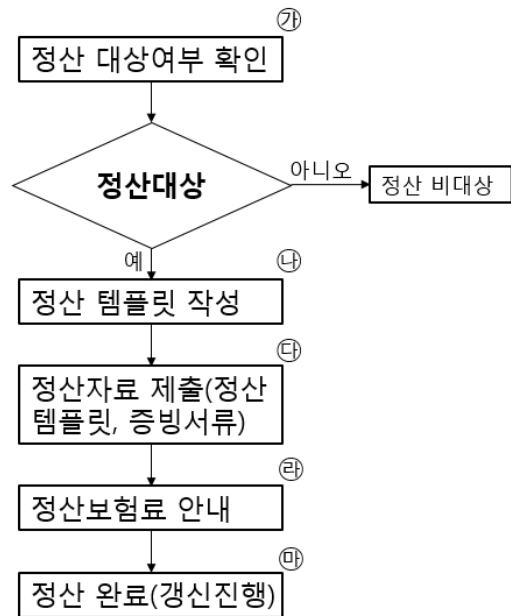


Fig. 2. Amount of substance adjustment of emission process [8].

2.3 기본 보험료 산출방법

법률에 따른 사업장 내 1개 이상 보험 가입 대상 시설을 설치 및 운영하는 사업자는 환경책임보험 가입 대상으로 일반적인 기본 보험료를 산출할 수 있다. 물질별 보험료 또는 시설별 보험료에 대해 사업장에서 보유 또는 조업으로 인해 배출되는 물질의 용질량에 물질별 기본보험료를 곱하여 보험료를 산출한다. 예를 들면, A 사업장에서 배출하는 물질이 황산화물인 경우 (대기 배출, 굴뚝 별 배출량)에 대해 1 kg(용질 기준) 인 경우 기초 보험료는 물질별로 다르지만, 1 kg 당 × 금액으로 곱하여 산출한다. 개별 산출 물질을 고려한 총 보험료 산출 방법은 Table 3에 있는 GHS 분류 표시 및 EURAM 방법에 따라 산출하게 된다.

기본 보험료 산출방법에서 개별 산출한 물질의 총 보험료는 해당 시설의 합산을 통해 계산하게 된다. 예를 들면, Table 3를 참고로 대기로 배출되는 물질이 카드뮴 및 그 화합물이 400kg, 그리고 시안화수소 1,000kg일 경우 기초 보험료는 (400kg × x 금액) + (1,000kg × y 금액) 으로 계산하게 된다. 이러한 기본 보험료 산출 방법은 물질별로 분류되어 있는 HEF (인체영향지수) * DistHH (위험 잠재도) 값을 이용하여 위험량 산출이 가능하다[9].

Table 3. Information on basic premium rate calculation for Atmospheric media[9]

No.	Specific atmospheric hazardous substances	CAS No.	HEF _i	DistHH _i	Basic premiums per substance (¥/kg)
1	Cadmium and compound	Cadmium and compound	10	0.75	9,xxx
2	Hydrogen cyanide	74-90-8	3	0.75	2,xxx
...
17	Chloroform	67-66-3	9	0.75	8,xxx
18	Formaldehyde	50-00-0	10	0.75	9,xxx

$$R_i^k = S_i^k \times HEF_i \times DistHH_i$$

(R_i^k = 위험량, S_i^k = 물질량(용질기준))

즉, 위험량은 인체건강영향 지수 (HEF) × 위험 잠재도(DistHH × 수량)로 위험량을 계산하게 된다. 위험량은 총량으로 판단된다. 2가지 대기 배출 물질 즉, 황산화물과 질소 산화물의 경우 총합 위험량은 4,400미만에서 계수 1이 적용되어 4,400 × 1

이다. 그 이상부터 5,200까지에서 계수 0.9가 적용되어 (5,200 - 4,400 = 800) 이고 800 × 0.9이다. 5,200 초과에서 6,200까지의 구간에서는 계수 0.8이 적용되므로 (5,250 - 5,200 = 50)이고 50 × 0.8이다. A 사업장의 조정된 위험량은 4,400 + 720 + 40 으로 그 결과 값은 위험량의 조정 값으로 기존의 위험량과 비율을 나누게 되며, 얻은 결과로 최종 보험료를 산정하게 된다[9].

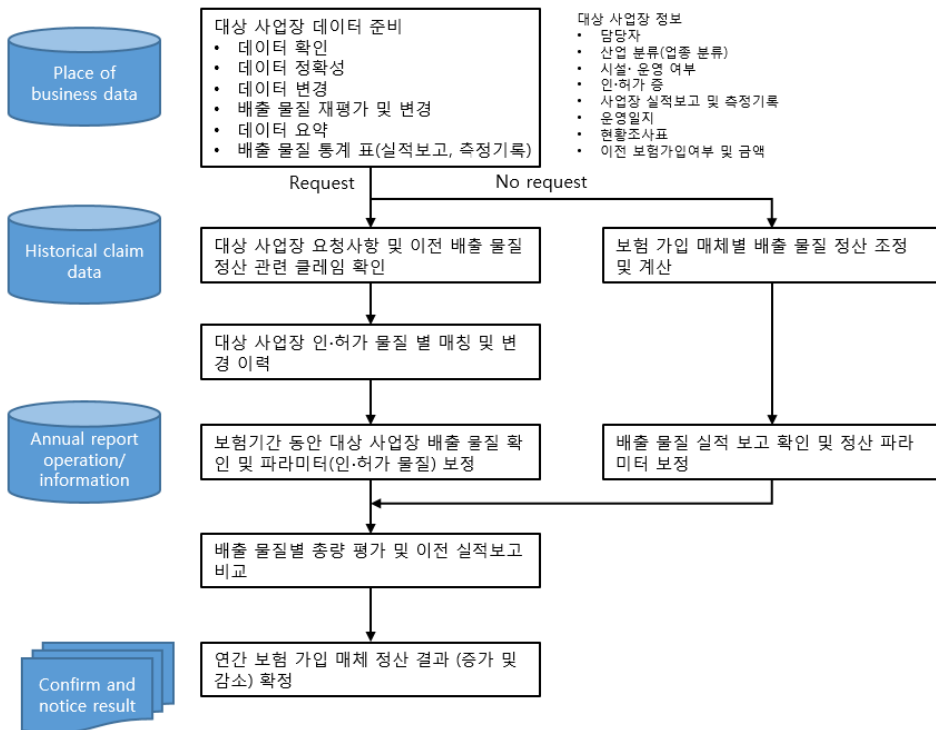


Fig. 3. Environment Insurance Liability substance accounting approach.

2.4 배출물질 정산 방법

배출 물질 정산은 대기, 수질, 폐기물, 화학, 토양, 해양에 대해 보험 기간동안 배출 또는 저장, 이동, 보유물질에 대해 물질별 정산을 진행해야 한다. 대상 사업장의 담당자는 해당 보험의 의무 가입을 갱신하기 위해 정산 템플릿을 작성하고, 그에 따른 근거 서류를 제출하게 된다. 이러한 일련의 과정을 환경책임보험 물질량 정산이라 한다. 물질량 정산을 위해서는 다음과 같은 단계를 통해 진행된다.

1단계: 대상 사업장의 물질 취급 및 시설 운영에 실적을 점검하고 보험기간동안의 물질량 기재된 정산 템플릿과 각종 근거서류(운영 실적보고, 측정 기록부, 인허가상의 변경 및 기타 취급 및 운영에 따른 변경 사항)를 준비하여 제출하게 된다.

2단계: 대상 사업장에서 제출한 정산 템플릿, 각종 근거 서류를 취합하여 담당자에 의해 기재된 물질량에 대한 정산을 진행한다. 첫 번째 인허가 상의 변경 사항 및 이력사항을 통해 사업장의 매체에

따른 처리 방법을 확인한다. 두 번째 허가 변경 신고에 기재된 운영상의 지침 및 공정 변경에 따른 실적보고의 변경 사항을 확인한다. 세 번째 측정기록부 또는 실적보고를 토대로 기재된 정산 템플릿의 물질량과 비교한다. 변경 사항에 대해 기존 가입 매체와 비교하여 사실 관계를 담당자를 통해 확인한다.

3단계: 최종 배출 물질의 정산을 완료하기 위해 가입 매체별 연간 배출 물질을 확정하여 각 대상 사업장 담당자에게 통보 후 재정산 및 보험료의 변경 사항을 확정한다. 아래 Fig. 3은 배출 물질량 정산의 접근 방법을 도식화 하였다.

1) 대기: 물질량 입력을 위해 대기배출원관리시스템 (SEMS) 및 대기 측정기록부를 기준으로 작성하는데, Fig. 4과 같이 배출가스 유량과 보험 기간 동안의 일 조업 시간과 연간 가동 일수를 확인하여 산출하게 된다[10].

④	현장기상	기온	습도	기압	풍향	풍속
시료 채취	배출가스	℃	%	mmHg	풍	m/s
	배출가스	배출가스 유량	산소농도		기단	
채취지 의견	정상 가동	S#/분		%		
	채취일시	시료 채취자				

⑤	측정항목	관련 기준	측정분석값 (환경질예안 해당항)	측정시간 (기기명)	비고
측정 분석 결과	먼지 (mg/Sm³)	40			
	SOx (ppm)	400			
	HCl (ppm)	3			
	NH ₃ (ppm)	50			
	수분량 (%)				
	유속 (m/sec)				
		이	희	이	백

Fig. 4. Example of Atmospheric self-measurement repor.

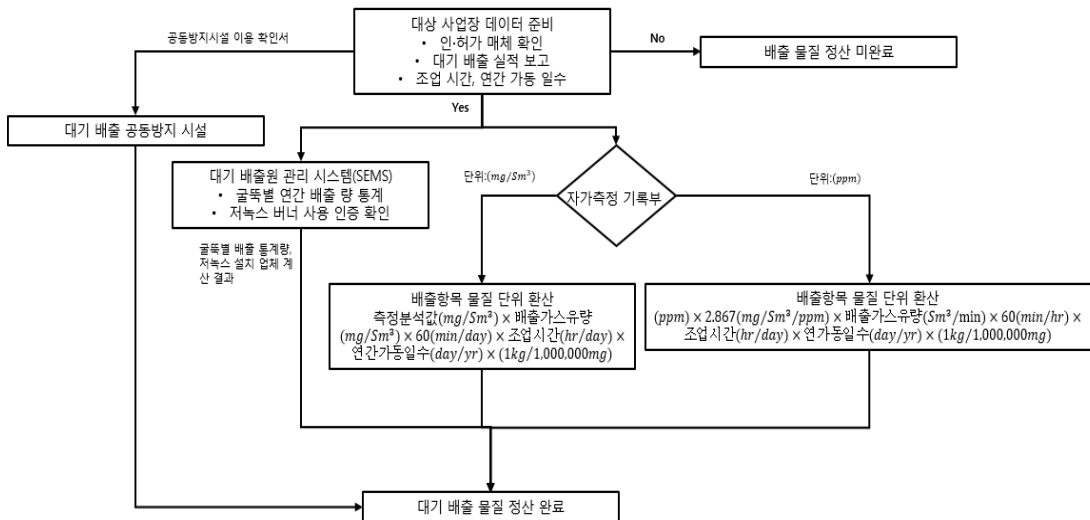


Fig. 5. Amount of substance account for air emission flowchart.

산출방법은 다음과 같다.

- 많은 대상 사업장에서 주로 배출되는 먼지(입자상 물질)의 경우 연간 배출되는 물질량 산출

예) 먼지(입자상 물질), 일 조업시간 9시간, 연간 가동일수 300일 경우,

$$14.5(mg/Sm^3) \times 301.43(Sm^3/min) \times 60(min/day) \times 9(hr/day) \times 300(day/yr) \times (1kg/1,000,000mg)$$

- 먼지를 제외한 특정 유해 물질인 황산화물 또는 질소산화물(NOx)등은 측정 단위가 주로 ppm 단위로 기재되기 때문에 단위 환산을 통해 연간 배출 물질량을 산출

예) Fig. 5에서 황산화물(SOx)의 경우 ppm 단위가 되기 때문에 mg/Sm³으로 단위를 환산,

$$97.2(ppm) \times 2.857(mg/Sm^3/ppm) \times 301.43(Sm^3/min) \times 60(min/hr) \times 9(hr/day) \times 300(day/yr) \times (1kg/1,000,000mg)$$

2) 수질: 폐수배출업소조사표를 통해 폐수방류량과 연간 조업일수를 구하여 계산한다[10].

$$\text{물질별 처리농도}(mg/L) \times \text{일폐수방류량}(m^3/\text{일}) \times \text{연간조업일수}(\text{일}/\text{년}) \div 1,000$$

3) 폐기물과 화학: 보험 가입기간동안 연간 처리량을 통해 기재하게 되는데 폐기물의 경우, 배출사용, 중간처분업자용, 재활용 업자용, 최종 처분업자용으로 구분된다. 폐기물의 기준은 배출에 의한 자가처리 또는 위탁처리인지 확인 후, 기재하며 자가처리 없이 위탁하는 경우는 수탁 처리 업체명을 기재하여 보험료를 낮추게 된다[10].

화학매체는 유해화학물질로 한국화학물질관리협회에 제출되는 “유해화학물질 실적보고”를 통해 기재하게 된다. 물질량 작성은 실적보고 상에 유해물질의 함유량이 최대치를 고려하여 용질량(취급량 × 함유율)으로 작성하게 된다. Fig. 8를 보면 유해화학물질의 실적보고의 한 예로 염산의 경우 함유량 50%(MAX) 취급량 572.03 ton을 용질량을 산정한다. 572.03 × 0.5 × 1,000 의 용질량을 구하게 된다[10].

4) 토양과 해양: 보험 종료 시점에서 인허가청에서 받은 인허가상의 저장용량을 기재토록 한다[10].

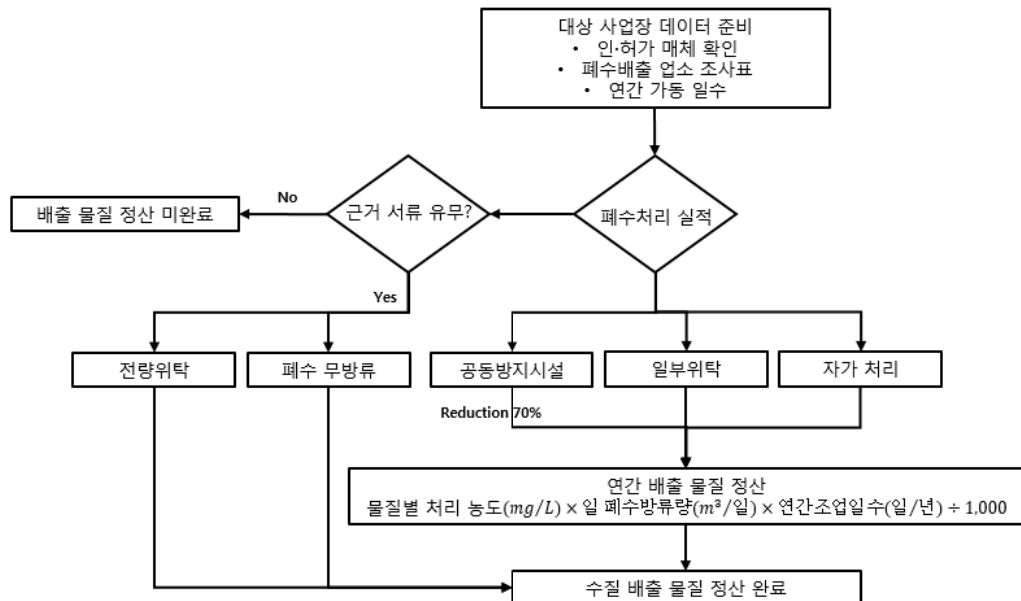


Fig. 6. Amount of substance account for water quality flowchart.

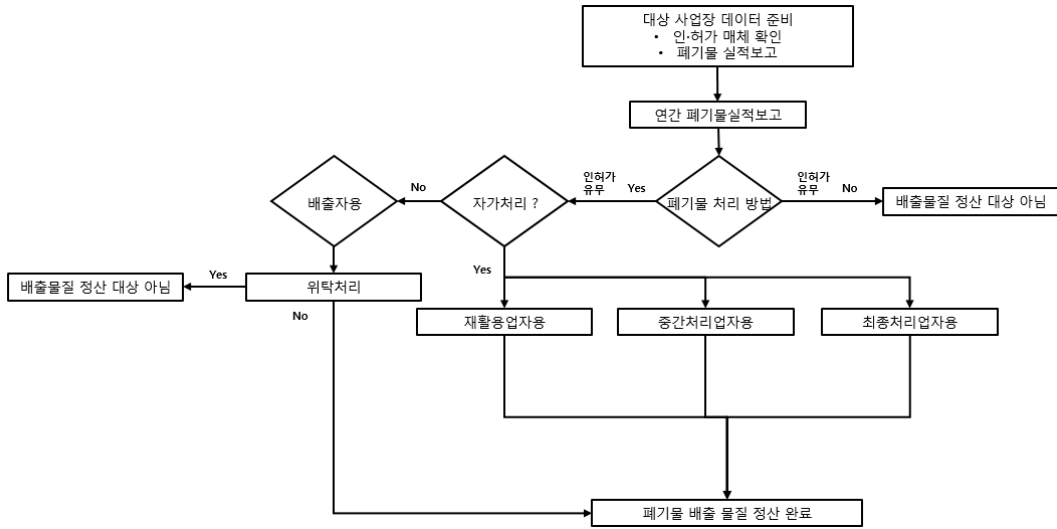


Fig. 7. Amount of substance account for waste flowchart.

유해화학물질		[] 제조 [] 판매	세부실적보고(2016년도분)						
		[] 보관, 저장							
		[] 운반 [y] 사용							
보 고 인	상호(명칭)								
	성명(대표자)	사업자등록번호							
	주소	(전화 :)							
사업장 소재지		(전화 :)							
허가번호	계 호	등록일자	2016년						
보관, 저장시설 현황	시설 수		총 용 량						
	보관: 개	저장: 개	보관: ton	저장: ton					
사업장 경유하천									
유독물질 취급 세부실적									
제품명 (상품명)	물질명	함유량 (%)		취급량 (톤/년)	주요 용도	고유번호 또는CAS No	상온·상압 에서의 상태		
		MIN	MAX				고체	액체	기체
염산	Hydrogen chloride					97-1-203 7647-01-0		○	
질산	Nitric acid					97-1-240 7697-37-2		○	
가성소다	Sodium hydroxide					97-1-136 1310-73-2		○	
황산 98%	Sulfuric acid					97-1-405 7664-93-9		○	
합 계									

Fig. 8. Example of harmful chemical substance business annual report.

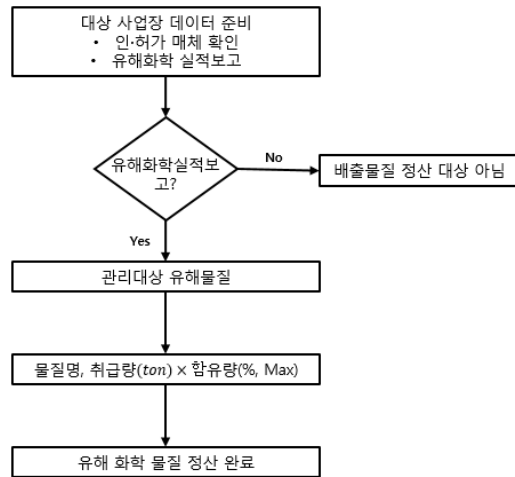


Fig. 9. Amount of substance account for chemical flowchart.

III. 환경책임보험 지식 표현 및 온톨로지 시스템

3.1 환경책임보험 지식 기반 시스템

규칙 기반 시스템에서 가장 중요한 것 중에 하나는 지식과 새로운 사실을 추론하는 과정을 분리하는 것이다. 이는 조건이 만족되면 결론에 새로운


```

Estimation_rule = If ( 'PlaceOfBusiness have waterQuality(?Simplicity)'
    Then( ' EIL premium base 200000 (?Simplicity),|
        Delete( 'PlaceOfBusiness have EIL Account longProcess (?Simplicity)'))
data = ( 'PlaceOfBusiness have atmosphere',
    'PlaceOfBusiness have waterQuality',
    'PlaceOfBusiness have chemistrySubstance',
    'PlaceOfBusiness have waste',
    'PlaceOfBusiness have soil',
    'PlaceOfBusiness have marine')
print forward_chain ( [Estimation_rule], data, verbose=True)
    
```

Fig. 10. Example of forward chaining of simple accounting.

사실이 생성된다. 이를 생성 규칙 (production rule)이라 하는데, 1971년 Newell과 Simon이 일상 생활의 문제를 해결하는 방식을 규칙 형태로 표현 [11] 될 수 있음을 보여줌으로써 지식 표현의 하나의 방법으로 소개되기 시작하였다. 규칙의 일반적인 표현은 if-then을 사용한다. 이를 새로운 생성 규칙을 찾아 가는 과정을 추론과정이라 하는데, 이 과정은 forward chaining 또는 backward chaining 통해 구현이 된다[12]. Fig 10은 규칙 표현 (if, then, and, or, not)에 쓰이는 표현이 포함된 형태를 보여주고 있다.

3.2 환경책임보험 물질량 정산 도메인 EAS (Environment insurance liability Accounting System)

EAS는 의무 보험 가입 대상 사업장의 연간 배출량이 기재된 실적 보고를 정산 한 후에 보험 요율의 산출 및 갱신에 대한 의사 결정을 지원하는 시스템으로 정의 할 수 있다. 이러한 시스템은 지식 서비스의 한 분야인 보험 시스템에서의 지식 기반과 추론 엔진, 그리고 향후 논의하고자 하는 시스템 사용자와의 활용에 대해 3가지로 구성된다. Fig. 11은 제안하는 EAS의 추론 모델링의 구성을 보여 주는데, Manchester Family history advanced OWL tutorial 1.1의 추론 과정[13]을 참고하여, 도메인 object 클래스와 individuals로 구성하고, Drools의 추론 엔진을 통해, 지식 기반의 규칙과 EIL 도메인 온톨로지 간의 관계를 모델링하였다.

대상 사업장의 배출 물질 데이터의 검증은 지식 기반을 주로 if-then의 형태를 포함하는 추론 엔진을 사용하게 된다. 추론 엔진은 사업장의 인허가 지식과 배출 물질 데이터가 결합하여 개별 사업장의 산출 또는 평가를 하게 된다. 예를 들면, 대기-수질 등의 인허가 사항과 실제 배출되는 대기 수질의 분

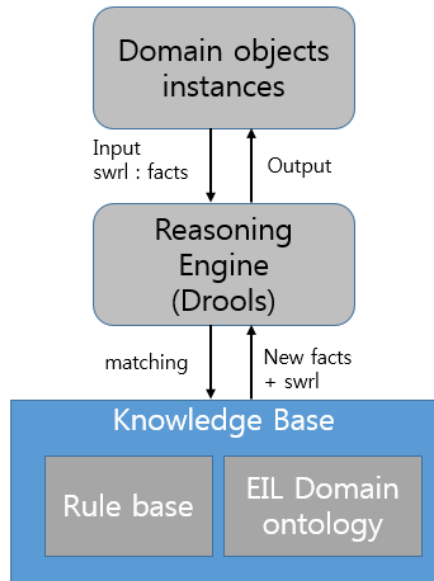


Fig. 11. EIL reasoning model of EAS.

석 자료 등이며, 모든 EAS가 지식 기반을 포함하는 것은 아니며, 간단히 배출 물질의 다른 전문 사업장에 위탁 처리하는 경우에 대해서는 간편한 검증을 통해 진행되므로 (실제 고정된 최소 보험료 산정) 이러한 사항에 대해서는 지원되지 않는다.

환경책임보험에서 규칙 기반 시스템의 도입은 대상 사업장에서 취합된 여러 관련 자료의 검증과 배출 물질의 정산 문제를 제시하는 시스템에 적용하여 추론하고자 하였다. 어떤 규칙을 적용하고, 어떻게 해석해야 하는지, 그리고 최종적으로 결정을 하는 일련의 과정을 다양한 접근 방식에서 의사 결

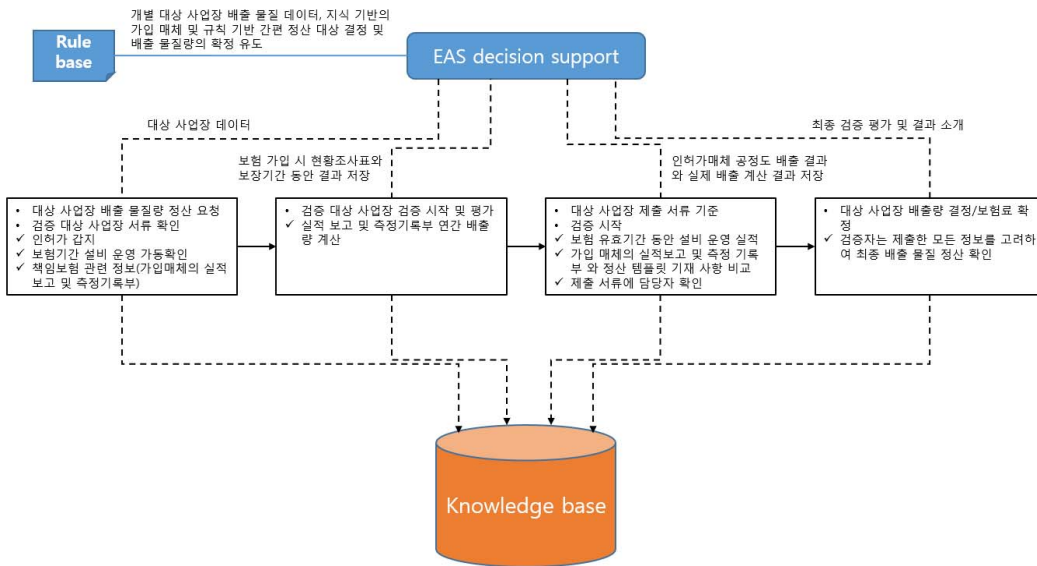


Fig. 12. EIL workflow.

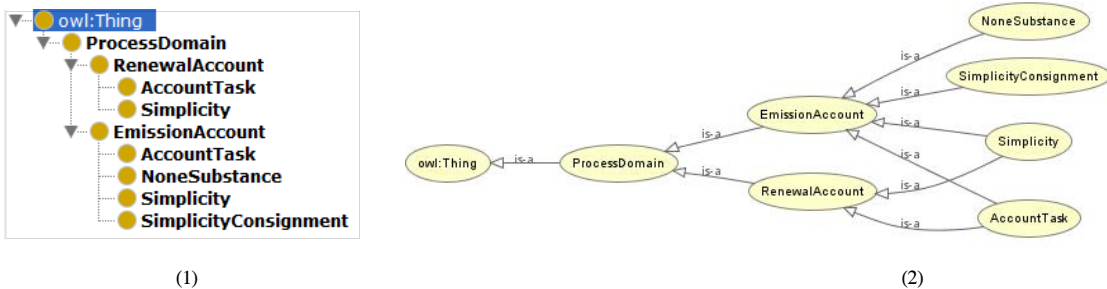


Fig. 13. (1) EIL ontology classes and (2) asserted hierarchy.

정을 목적으로 적용하는 것이 추론의 과정이라 볼 수 있다.

Fig. 12에서 EAS는 온톨로지를 사용하여 배출 물질과 관련된 환경책임보험의 지식에 대한 공유, 재사용, 검색 그리고 업데이트를 용이하게 하는 주요 개념과 배출 물질량의 정산을 위한 기준과의 관계를 포함하여 지식을 모델링하게 된다. 이러한 모델링은 Protege editor를 사용하는데, add-in 추론 엔진인 Drools를 통해 의사 결정 규칙 구문을 작성하여 실행하였다. 이는 향후 대상 사업장의 데이터, 실적 및 측정기록, 배출 물질 정산 결과 등의 데이터베이스가 축적되면 추론을 통해 관계를 도식화하고, legacy system과 협업이 가능할 것으로 판단된다.

3.3 환경책임보험 배출 물질량 정산 지식 표현

환경책임보험 의무 가입 대상 사업장에 대한 배출 물질 정산을 위해 일반적인 개념으로 시작하여 구체적인 개념으로 확장해 나가는 top down 방법을 적용하였다[14]. Fig. 13의 (1)과 같이 상위 클래스인 EIL은 크게 신규 사업장의 배출 물질 정산 도메인 (EmissionAccount class)과 기존에 가입된 대상 사업장 (RenewalAccount class)인 하위 클래스로 분류하게 된다. 신규와 갱신 개념의 클래스는 간편 정산 (Simplicity)과 배출 물질 없음 (NoneSubstance), 배출 물질 정산 (AccountTask)로 구성되며, 각각의 클래스의 객체 속성은 hasSubProcess, hasSubsequentProcess, isSubsequentProcessOf, isSubProcessOf로 정의된다.

EIL 온톨로지는 protege 오픈소스 편집기를 통해 생성하였다. 매년 갱신 또는 새로운 대상 사업장의 배출 물질을 정산하기 위해 계층 구조는 순서가 개별 클래스 간의 독립적이거나, 또는 여러 클래스간의 관계를 정의할 필요가 있다. 따라서, 상위 클래스와 하위 클래스간의 관계를 정의하기 위해 parent 와 child 관계로 구분하였다. 슬롯에서는 각 클래스 간의 추론을 위해 parent, child, constraint, decomposition, name 그리고 precondition을 정

의하고, 각 클래스의 annotations의 rdfs:comment 를 통해 정의하였다. Fig. 13의 (2)는 top-down 방식의 asserted hierarchy로 상위 processDomain 클래스와 하위 클래스들 간의 계층을 표현하였으며, Table 4는 개별 클래스의 의미를 정의하였다.

3.4 배출 물질 정산 알고리즘

매년 환경책임보험을 갱신하기 위해 대상 사업장 13,000여개 사업장의 보험 기간동안 배출 물질

Table 4. Definition of domain ontology about EIL accounting

Class name	Individual class definition	Examples
owl:Things	Default assertion in protege	-
ProcessDomain	EIL Ontology domain	Accounting of emission substance
EmissionAccount	Discharge substance accounting of target facilities	Accounting for target facilities
RenewalAccount	Discharge substance accounting of renewal facilities	-
NoneSubstance	Facility without emissions	Closed or none business during insurance period
SimplicityConsignment	Discharge substance treatment consignment	Joint prevention facilities, Waste generation by business
Simplicity	Discharge substance water treatment consignment	Water all around consignment
AccountTask	Discharge substance treatment accounting	Atmosphere, water, chemical, waste, soil, ocean

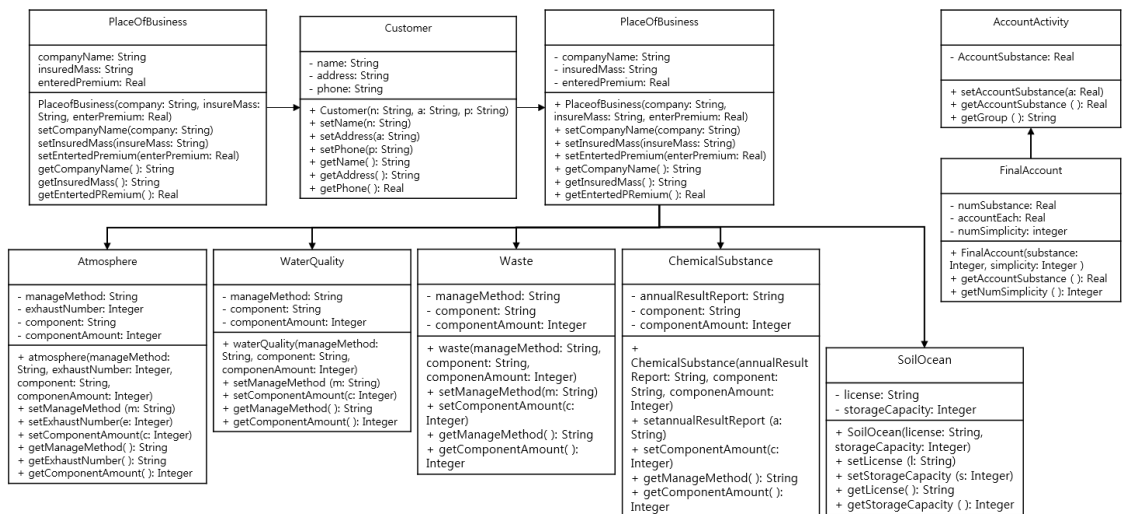


Fig. 14. UML diagram for the EIL PlaceOfBusiness class with access specification notation.

의 정산을 위해 Fig. 14와 같은 UML class을 설계하였다[15]. 대상 사업장 PlaceOfBusiness는 사업장의 이름, 가입한 보험 매체, 보험 가입 금액에 대한 정보를 입력하게 되면, 대상 사업장의 환경책임 보험 물질량 조사를 위한 담당자의 정보, 그리고, 대상 사업장의 기초 정보를 입력한다.

CompanyName : String, insurance mass: String, entered premium: Real 등 데이터의 특징을 정의하고, 담당자의 기초 정보를 입력한 후, 연간 발생한 유해물질에 관해, 각각 대기, 수질, 폐기물, 화학, 토양, 해양에 대한 실적보고 또는 측정기록에 관한 정보 등을 표기한다.

보험 유효 매체 6가지 중 수질에 대한 전량 위탁 형태와 공동방지사설을 이용하는 대상 사업장에 대한 정산에 대한 결정을 위해 다음과 같이 제시하였다.

AccountActivity 클래스는 대상 사업장이 보험 기간동안 배출되는 물질량에 대한 측정 기록, 실적보고 등의 일반적인 특성을 나타냈다. 이러한 정보

들은 사업장의 조업 활동에 따라 배출량은 달라지기 때문에 개별 보험 매체에 따라 하위 클래스를 생성하여 최종 배출 물질량에 대한 결정을 진행토록 한다.

IV. 추출된 Rule을 이용한 배출량 물질 산정

4.1 추출 rule의 분류

대상물질의 물질량 정산과정은 환경책임보험에서 언더라이팅 과정의 한 일부분으로 대표보험 회사가 계약자의 위험을 판단하여 위험을 인수 할 것인지, 여부 및 인수 조건, 요율 결정 등의 과정과 비슷하다 판단 할 수 있다. 다른 점은 의무보험의 성격으로 대표보험사가 하나라는 부분이 있다. 정산과정을 거친 결과는 최종적으로 차기년도의 보험 갱신으로 상속되는 과정을 갖게 된다. 이에 따라 보험요율의 조정 및 보험료의 할인·할증이 결정된다. 이러한 주요 과정에 대한 규칙을 추출하기 위해 다음과 같은 가정을 통해 진행하였다[16].

Table 5. Water quality accounting rules

If	Then
폐수처리조사표, 폐수처리기록부 존재시	자가처리
인·허가 사항 또는 공동방지사설 설치 및 협동조합 관계 서류 존재시	공동방지사설
인·허가 사항 내의 공정프로세스 전량제이용 또는 폐수무방류시설 설치, 전량증발처리 인 경우	폐수무방류
폐수처리 위탁업체간 계약서류가 존재시	전량위탁

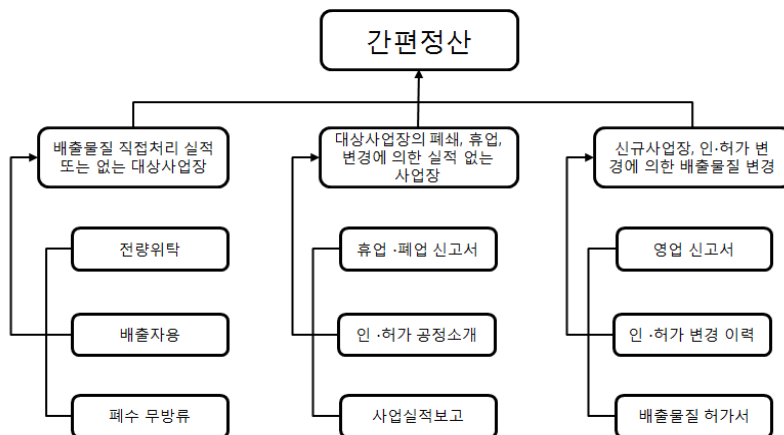


Fig. 15. Classification for simple accounting.

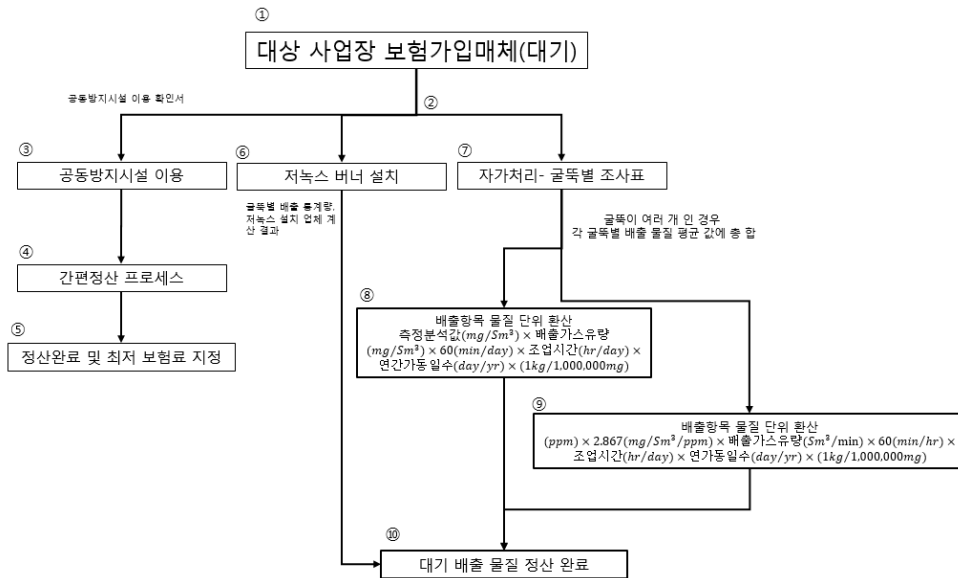


Fig. 16. Rule flowchart for atmosphere.

1. 규칙은 절대적으로 만족되어야 하는 상태 또는 정책 선언이다.
2. 정산규칙은 환경책임보험 운영 방식을 관리하는 전체규칙 중 일부다.
3. 정산규칙은 대상 목표 또는 데이터의 상태를 검증하는 조건부 및 결과부 논리의 조합이다.

예를 들면, 보험 가입 매체 중 수질은 4가지의 처리방법을 신고 할 수 있는데, Table 5와 같이 첫 번째 폐수방류조사표의 데이터를 근거로 자가처리 방법과 두 번째 비슷한 성격의 회사들이 협동조합 형태로 인·허가사항 또는 여러 관련 서류 데이터를 근거로 공동방지사설 이용하는 경우, 세 번째 레미콘회사 또는 일부 전자회사, 석재가공 등 폐수의 발생이 전량 재이용되는 프로세스인 경우, 마지막으로 발생하는 폐수처리 (종합병원, 전자회사 등) 다른 업체를 통해 전량 위탁하는 경우 등에 대해 조건부와 결과부 구문을 분리하고, 조합하여 식별하도록 규칙을 정하게 된다. 이를 도식화 하면 다음과 같다.

대상물질의 정산 규칙을 추출하기 위해서는 규칙의 분류가 필요하며, 제한적인 여러 검증과정에 대한 규칙을 지정할 필요가 있다. 또한 규칙을 지정함에 있어, 중복되는 데이터 또는 규칙의 실행에

있어 상태에 대한 조건에 대해서도 지정할 필요가 있다.

환경책임보험에서 6가지 보험 매체에 대해 각각의 규칙을 지정하기 위해 2장에 소개한 배출물질 정산 과정의 함축된 순서에서 개별 보험매체 별 규칙을 다음과 같이 추출하여 분류하였다.

4.2 추출된 rule을 통한 배출 물질 정산

4.2.1 대기 배출 물질 정산 규칙

- Rule 1: 대기배출시설 설치허가 표시된 업체 명칭 확인, 대기오염물질 배출량 예측 명세서 확인
- Rule 2: 조사대상기간(1년) 동안 휴업인 경우, 대상 사업장은 휴업으로 기재 확인
- Rule 3: 대기배출시설 신고서(허가서)에 사업자 등록증표시된 등록번호 확인
- Rule 4: 사업장 소재지: 대기배출시설 신고서에 표시된 소재지(주소)확인
- Rule 5: 굴뚝별 실제 대기오염물질 배출량 확인
- Rule 6: 연간 조업 시간 및 조업일수 확인
- Rule 7: 공동방지사설 이용 사업장은 소규모 공단 및 협동조합 형태 또는 기타 확인 가능한 관계 서류 확인

굴뚝별 조사표의 ⑦의 자가처리- 굴뚝별 조사표에서 배출 또는 자가측정 면제 대상인 ⑥ 저녹스버

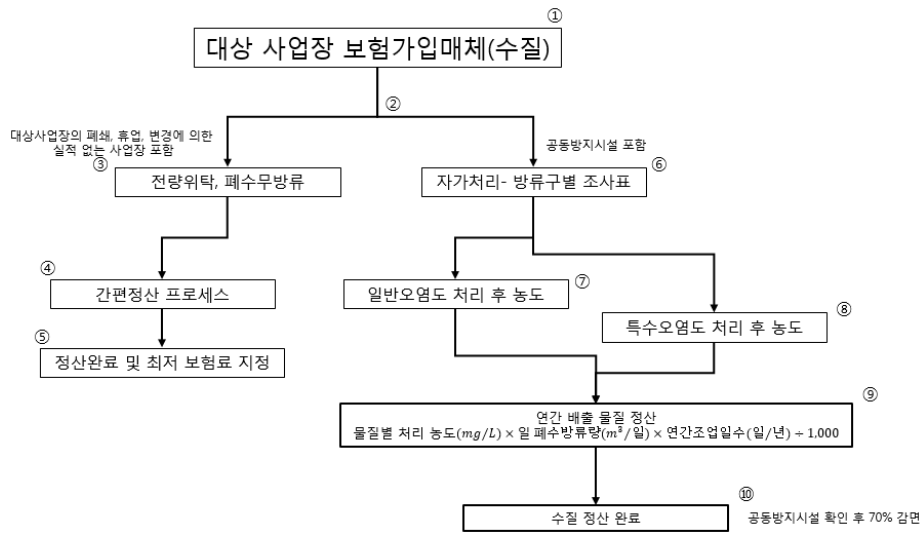


Fig. 17. Rule flowchart for water quality.

너 설치 사용시, 그리고 ③공동방지사설 이용 등으로 구분되는데, ⑦의 경우 자가처리- 굴뚝이 여러 개에서 배출되는 물질에 대해 연간 배출량을 평균을 내고, 한 사업장이기 때문에 굴뚝별 배출량의 총합을 구하게 된다. 연간 가동조업시간 및 연간 가동조업일수 확인 후 ⑧의 배출항목 물질의 연간 배출량 (단위: mg/Sm³) 또는 ⑨를 (단위: ppm) 통해 물질정산을 완료하게 된다. ⑥ 저녹스 버너 설치인 경우 자가측정 면제 시설로 대기 매체에 관해선 기본 물질량으로 정산 완료 되며, ③ 공동방지사설 이용하는 경우에는 관계서류 확인 후, ④ 간편정산 과정을 거쳐 ⑤ 정산 완료 및 보험료 지정을 통해 종료한다.

4.2.2 수질 배출 물질 정산 rule 적용

- Rule 1: 폐수배출시설 설치허가 중에 표시된 업체 명칭 확인
- Rule 2: 조사대상기간(1년) 동안 휴업인 경우, 대상 사업장은 휴업으로 기재 확인
- Rule 3: 사업자등록번호: 폐수배출시설 설치허가 중 또는 사업자등록증 표시된 등록번호 확인
- Rule 4: 사업장 소재지: 폐수배출시설 설치허가 중에 표시된 소재지(주소)확인
- Rule 5: 특정수질유해물질배출여부: 폐수배출시설에서 특정수질유해물질이 배출되는 경우에는 '배출', 배출없는 경우 '미배출' 확인
- Rule 6: 연간조업일수 (연간 공장가동일수) 확인

방류구별 조사표를 통해 ⑥의 자가처리 후 방류 또는 공동방지사설을 통해 폐수처리시 ⑥으로 이동, 특정수질유해물질 조사표 결과는 ⑧로 이동, 나머지 ⑦로 이동, 연간조업일수 확인 및 연간조업일수 확인 후 ⑨의 연간배출물질정산 진행, ⑩ 수질 정산 완료

폐수처리시설에 대한 배출물질 정산 예외인 경우, 전량위탁 관계, 폐수 무방류 등의 인·허가 또는 관계서류 확인 시 ③으로 이동, ④의 간편정산 프로세스를 거쳐 ⑤ 정산 완료 및 보험료 지정을 통해 종료한다.

이러한 관계를 통해 다음의 관계에 대한 rule을 기재하면 다음과 같은 조건부와 결과부에 대한 관계를 도출하게 된다.

- Rule A : 대상 사업장의 인허가 매체에 따라, 보험 가입은 의무이기 때문에, 인허가 매체와 보험 가입 매체와의 미스매칭이 하나라도 있는 경우, 해당 보험 가입 매체에 대한 의무 가입 통보 후 종료
- 예) A 사업장은 환경부를 통해 대기과 수질, 폐기물에 대한 인허가를 받아 사업을 진행하고 있음, 하지만 환경책임보험의 가입 매체는 대기와 수질만 가입된 상태, 따라서 보험기간동안 폐기물에 대한 실적 보고가 확인되지 않기 때문에 A 사업장의 보험료 산정 불가.
- Rule B : 대상 사업장의 의무가입 매체가 1개 이상일 때, 2개 이상일 때, 3개 이상일 때

환경책임보험 배출 물질 정산의 표준화 필요성 및 산출방법 표준화

각각의 case에 따라 보험 금액 지정 %
Rule C : 대상 사업장에서 여러 매체 가입 중에
 공동 방지시설 사용 경우(70%) 와 수

질 전량 위탁, 폐기물 배출자용 실적보
 고 case에 따라 보험 금액 지정

Rule D : 환경책임보험의 특징은 1년마다 의무
 갱신을 진행해야 하기 때문에 대상 사
 업장의 연간 실적 보고를 토대로 기존
 의 매체 가입 추가 또는 제외 되는 경
 우에 대한 case 지정

서 발생하는 검증에 따른 결과에 대한 편차 및 길
 리는 시간 등을 줄일 것으로 기대한다.

4.3 산정 결과의 검증 및 검토

환경책임보험 가입시에 낸 보험료는 일종의 예
 치금으로써, 지난 1년간의 물질량을 기준으로 산정
 된 금액을 통해 다음 년도의 보험료가 확정되기
 전, 물질량을 기준으로 보험료를 다시 계산하게 된
 다. 이를 정산이라 하는데, 정산은 대상 사업장에서
 배출되는 물질량에 따른 보험료가 책정되기 때문
 에 예치 보험료는 인허가 상에 배출되는 물질로 판
 단하는 것이 아닌, 실제 배출된 물질로 보험료에
 대한 확정 판단이 필요하다. 이는 확정물질량을 기
 준으로 보험료를 다시 계산하는 것이고 이를 정산

따라서 본 연구에서는 위와 같은 rule을 도출하
 여 매년 보험기간동안의 배출되는 환경유해 물질
 에 대한 물질량 정산을 대상 사업장의 가입 매체별
 로 간편 정산 사업장, 배출 물질이 없는 사업장을 1
 그룹으로 분류, 모든 매체의 가입 대상 사업장은 2
 그룹, 보험 가입 매체의 2개 이상인 경우에 배출 물
 질의 자가처리가 아닌 공동방지 또는 위탁하는 사
 업장은 3그룹으로 자동 분류하여 매년 갱신과정에

Table 6. Worst Case of substance accounting

보험 매체	문제	원인	결과
대기	굴뚝별 배출 개수 미확인 및 합산이 아닌 평균으로 계산	- 관계 서류의 기재사항 미확인 - 굴뚝별 배출량 예측 명세서 미확인	- 배출 물질의 평균은 배출물질이 합산 결과에 비해 적음 - 배출물질의 잘못 정산으로 인한 보험료의 낮게 평가
	공동방지시설 사용 미확인, 저녹스 버너 사용	- 관계서류 기재사항 미확인 - 인허가 사항의 배출물질 처리 공정 이해 부족	- 과도한 배출 물질량 정산 결과로 인한 보험료 상승 - 재정산 요청 발생
수질	특정수질유해물질의 누락	관계 서류 기재사항 미확인 처리 전과 처리 후의 기재사항 미확인	- 과도한 배출 물질량 정산 결과로 인한 보험료 상승 및 보험료 할인 재정산 요청 발생
	공동방지시설 사용 미확인	관계 서류 기재사항 및 공정 미확인 최종 배출구 형태 미확인	- 공동방지시설 이용시 70% 보험료 감면 혜택 제외 과도한 배출 물질량 정산 결과로 인한 보험료 상승 - 재정산 요청 발생
	전량 위탁 및 폐수 무방류	관계 서류 기재사항 및 공정 미확인 일부 위탁 사항에 대한 특정수질유해물질과 일반수질유해물질 미 분류	배출 물질량 정산 결과 일부 누락 보험료 비 대상 사업장에 대한 잘못된 보험료 부과 - 재정산 요청 발생
폐기물	토양 및 폐기물 저장에 관한 보험매체의 혼동	폐유기물, 폐유에 대한 저장 시설에 관해 토양으로 분류	저장시설에 대해 토양 매체에 적용되어 보험 매체의 이중가입 폐유기물, 폐유는 폐기물 보험 매체에서 보장함

이라 한다. 기존에 예치금으로 납부한 보험료와 확정 물질량 기준의 보험료 비교를 통해 차액 발생시 더 받거나 돌려 받게 된다. 환경책임보험의 처음 물질량 정산에 대한 절차 소개는 다음과 같다.

보험료 정산 안내 → 환경책임보험 설명회 → 정산 템플릿 작성/대상 사업장 확정 물질량근거자료 제출 → 정산물질/물질량 정합성 검토 → 근거자료 보완요청 → 정산보험료산출 → 보험료 정산 이 과정을 통해 물질량을 정산하고 보험료의 산출의 근거로 활용되지만[17], 실제 정산과정에서 발생하는 검증자를 통한 정산 과정에서 일부 실수에 의해 잘못된 결과를 도출하는 경우가 있다. 보험 매체 중 대기, 수질, 폐기물에서 오류 및 실수를 범하는 경우 와 오염물질 배출시설 사업자의 배출량의 조작·누락 등을 통한 경우 2가지로 크게 나눌 수 있다.

이중 첫 번째 언급한 배출물질 정산 과정에서 실수 또는 발생 여지가 있는 부분에 대해 다음과 같은 사례를 확인하였다.

정산과정에서 발생하는 오류 중 대기는 배출구의 개수 확인을 하지 않았거나, 합산을 통해 계산되는 것이 아닌, 평균 값으로 계산하는 경우 적은 물질량의 결과를 얻게 되어 정확한 보험료 확정에 잘못된 근거가 되는 경우가 있으며, 대기, 수질의 경우 공동방지시설의 설치를 통해 처리되는 과정에 대한 누락, 그리고 공동방지시설을 이용하되, 일반오염물질의 일부 자가처리의 경우를 누락하는 경우도 있으며, 폐기물인 경우 재활용실적보고에서 기재된 폐유기물, 폐유에 대한 보장 매체는 폐기물을 통해 보장됨에도, 토양 보험 매체로 혼동되는 경우가 발생한다. 토양의 경우는 저장용량 1천kL 이상인 석유류 제조 및 저장시설, 유해화학물질 제조 및 저장시설, 송유관 등에 한정되어 있다[17].

V. 결론

본 연구에서는 환경책임보험의 보험기간동안 배출되는 물질 정산을 다루었으며, 이를 위한 판정은 우선 인허가 매체와 보험 가입 매체 간의 일치하는 것이다. 이는 의무보험을 위반하는 일련의 결과를 나타낼 수 있기 때문에, 많은 대상 사업장을 상대로 자세한 확인 과정은 많은 시간이 소모되고, 향후 판정에 대한 불복의 소지가 있다. 따라서, 지식 기반의 규칙을 도출하여 매년 보험기간동안 배출되는 환경유해물질에 대한 물질량 정산을 대상 사업장의 가입 매체별로 정산 지원을 위한 의사 결정

방법을 제안하였다. 제안한 방법은 많은 인력 투입과 소모되는 자원을 방지하고, 검증자의 개인별 편차를 제거하기 위한 방법을 모색하였다. 대표 보험사의 안내에 따른 정산 진행 사항을 도식화 하였으며, 환경책임보험은 의무가입 보험이기에 추론 모델에서 사실관계와 사실에 기반한 추론 결과에 대한 표현이 적용 가능하다. 또한 의사 결정을 위한 기존의 검증자의 주관이 개입될 여지가 다분한 수작업에 의한 검증 과정은 의사결정 시스템을 제안함으로써 결과에 대한 객관성을 확보 할 수 있을 것으로 기대되며, 의사 결정을 위해 제시된 방법인 온톨로지는 상위, 핵심, 도메인, 도메인별 독립적인 모듈이 가능하기에 제안된 규칙 기반 뿐만 아니라, 향후 대상 사업장의 의미 있는 대량의 데이터 베이스가 구축되면, 파생되는 규칙 기반의 강건성과 정산 판단의 객관성이 보다 더 수월해 질 것이다. 매년 환경책임보험을 갱신해야 하는 대상 사업장의 정확한 정보 제공과 보험 가입 기록에 대한 데이터 베이스의 체계적인 관리는 향후 보험에 underwriting 분야, 체계적인 보험 요율, 리스크 기반의 보험 설계 등 추론 모델의 응용 분야가 더욱 확대 될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 정부(국토부)의 재원으로 헵틱기반 안전 훈련 시스템의 지원을 받아 수행된 연구임 [MPSS-사회-2014-38]

REFERENCES

- [1] 신용승 외, “해양 유류유출사고의 중장기적 영향분석 및 제도개선 방안(III)”, 한국환경정책평가연구, pp. 30-31 (2011)
- [2] 한용식, “화학물질 사고 피해예측 및 대응기술 개발”, 국가과학기술연구회, p.31 (2014)
- [3] 환경오염피해 배상 책임 및 구제에 관한 법률 시행령 및 시행규칙 제정안, 7월 (2015)
- [4] Thorsten L., York S., “Introducing ontology-based skills management at a large insurance company”, Proceedings of the Modellierung (2002)
- [5] 구분원, “환경오염배상책임보험의 개선방안에 관한 연구”, 연세대학교 경제대학원 (2016)
- [6] 산업안전보건원, “유해성 위험성 평가 대상 물질의 우선순위 선정에 관한 연구 II” (2011)
- [7] DB 손해보험 환경책임 보험 TFT, “환경책임보험

- 길라잡이” (2017)
- [8] “환경책임보험”, 환경책임보험전산망, 2018년 06월30일, <http://www.eilkorea.or.kr>
- [9] “환경책임보험 주요 질문 및 답변”, 환경부 (2016)
- [10] “환경책임보험 정산 템플릿 작성가이드”, ECO& PARTNERS, KSA, KEP A (2018)
- [11] Newell A., Simon H., “Human problem solving”, Englewood cliffs, NJ., Prentice hall (1971)
- [12] Arnold L., Okuthe P. Kogeda, “Modelling a rule based system for medical underwriting in an insurance industry, WCECS 22-24, (2014)
- [13] Robert S., Nicolas M., “Manchester Family History Advanced OWL tutorial Edition 1.1”, University of Manchester (2015)
- [14] Lee Feigenbaum, “SPARQL by example: the cheat sheet”, Cambridge semantics (2008)
- [15] Tony Gaddis, “ Programming logic and design 3rd”, Pearson (2013)
- [16] Gordon, T. F., Governatori, G. and Rotolo, A., “Rules and norms: Requirements for rule interchange languages in the legal domain”, International Symposium, RuleML, p. 282-296 (2009)
- [17] “환경책임보험 의무가입대상 시설여부 확인 매뉴얼”, 환경부 (2016)