

## 임업 안전사고 심층분석을 통한 재해 저감 방안에 관한 연구

### Study on risk reduction method in forestry using in-depth analysis

남기훈<sup>1</sup>, 조구현<sup>2\*</sup>, 김광일<sup>3</sup>

Ki-Hun Nam<sup>1</sup>, Koo-Hyun Cho<sup>2\*</sup>, Kwang-Il Kim<sup>3</sup>

#### 〈Abstract〉

Safety and welfare of forestry is very poor because of poor working environment, decreasing workforce and budget, and aging. These have brought many accidents and casualties. The accident rate in the field of forestry were about 2.83 times higher than average of an entire industry and mortality rate were 1.84 times higher than it. The most reason among the mortality accident was caught in, under or between objects and struck by objects. In analysis of 60 serious accident cases, the number of occurrence s of caught in, under or between objects and struck by objects were the highest. We suggest education, engineering, environment, and enforcement methods which is first aid education and emergency response system, equipment of combined IoT technologies and sensors, and certification and career program on the basis of the results.

*Keywords : Safety accident, Risk reduction, Safety, Logging, Forestry*

---

1 정회원, 창신대학교 소방방재공학과

2\* 정회원, 교신저자, 국립산림과학원 산림경영기술연구소  
E-mail: khcho@korea.kr

3 정회원, 인제대학교 보건안전공학과

1 Dept. of Fire & Disaster Prevention Engineering, Changshin University

2\* Corresponding Author, Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science

3 Department of Occupational Health & Safety Engineering, Inje University

## 1. 서론

우리나라의 산림면적은 전 국토의 약 64%로 전 세계적으로 4번째로 높은 산림률을 나타내고 있다 [1]. 이러한 특성을 활용하기 위해 정부에서는 경제적, 공공적 측면에서 산림자원을 육성하고 활용하기 위해 숲 가꾸기 사업 등과 같은 사업을 진행하고 있다. 하지만 경제발전 속에서 농업 인구 감소와 고령화는 노동력 및 전문 인력 부족으로 이어져 임업의 발전에 장애요인으로 작용하고 있다. 더욱이 임업은 전 세계적으로 노동 강도가 높고 사고 위험이 높은 산업으로 구분되고 있다[2]. 특히, 열악한 작업환경, 위험기계의 사용, 예산의 감소, 중노동으로 인한 질병의 증가, 교육 부족 등으로 인해 안전사고의 위험이 매우 높게 나타나고 있다[3].

미국의 경우 2016년 기준으로 별목공 100,000명 당 135.9명이 사망하는 것으로 조사되고 있으며 전체 산업 분야 중 가장 높은 사망률을 나타내고 있다[4]. 국내의 경우 2017년 임업의 재해율(accident rate)은 1.36으로 국내 전체 산업 평균 0.48 보다 약 2.83배가 높게 나타나고 있으며 사망만인율(mortality rate)은 1.93으로 전체 산업 평균 1.05 보다 약 1.84배 높게 나타나고 있다. 이러한 재해율과 사망만인율은 전체 산업 중 2번째로 높은 수치이다. 결국 이러한 임업분야의 문제점은 수익성 저조, 고용불안·저임금, 교육 및 안전의식 부족, 질병·사고 증가의 악순환을 야기했다.

이러한 임업의 문제점을 개선하기 위해 산림청 등의 관계기관에서는 작업유형별 안전작업 메뉴얼 개발, 작업장 현장 안전교육, 안전사고 예방 아이디어 공모 등 재해저감을 위해 노력하고 있지만 큰 효과를 나타내지 못하고 있는 실정이다[5]. 더욱이 안전교육 및 현장안전관리에 대한 관리가 미흡하고 종사자들에 대한 전문교육이 의무화 되어 있지 않아 재해저감이 효과적으로 이루어지지 않

고 있다. 김희울[6]의 연구에 따르면 전북지역 임업 사고 재해자에 대한 조사 결과 6주의 기준 교육을 이수하지 않은 임업 종사자들에게서 대부분 사고가 발생한 것으로 조사되고 있다. 이와 같이 임업 안전사고는 그 심각성에도 불구하고 개선이 이루어지지 않고 있지 않다.

이에 본 연구에서는 재해의 근본원인을 도출하기 위해 2013년부터 2017년까지 재해 현황 분석 및 중대재해사례 60건을 분석하였다. 또한, 현 임업 분야의 안전과 관련된 제도를 분석하였다. 이를 통해 임업 재해의 근본원인을 도출하고 임업 사고의 빈도 및 크기를 감소시킬 수 있는 방안을 제시하였다.

## 2. 임업재해현황분석

### 2.1 임업재해 발생 특성

Table 1. Injury and mortality rate in forestry

Year	Injury rate		Mortality rate	
	Forestry	Total industry	Forestry	Total industry
2012	2.50	0.59	2.80	1.20
2013	2.60	0.59	2.70	1.25
2014	2.20	0.53	4.40	1.08
2015	1.80	0.50	1.85	1.01
2016	1.54	0.49	1.39	0.96

2012년부터 2016년까지 국내 임업 재해 현황 [7]을 보면 매년 감소추세를 보이고 있다. 하지만 임업과 국내 전체 산업을 비교했을 때 임업이 5년 평균 재해율은 약 3.94배, 사망만인율은 약 2.38배 높게 나타나고 있다(Table 1.).

임업 종사자수는 2012년부터 매년 증가추세를

Table 2. The number of injury and death in forestry

Year	No. of laborer	injury	death
2012	73,759	1,816	21
2013	73,814	1,965	20
2014	73,759	1,696	34
2015	74,389	1,627	16
2016	77,486	1,444	13

보이고 있으며 재해건수는 감소하는 추세를 보이고 있다. 연평균 약 1,705명의 재해자와 20.8명의 사망자가 발생하였다(Table 2.).

Table 3.의 연령대별 재해자와 사망자를 보면 재해자는 50대가 가장 많았으며 그 다음으로 60대 이상이 가장 높게 나타났다. 사망자는 60대 이

Table 3. Victims age groups between 2012 and 2016

	< 30	30s	40s	50s	> 60s
Injury	49	251	1,379	3,554	3,315
Death	1	0	12	37	54

상이 56명으로 가장 많았으며 그 다음으로 50대가 49명으로 나타나고 있다. 이는 임업작업이 중노동임에도 불구하고 농촌 및 산촌 지역에 노동인구가 감소하고 고령화되었기 때문으로 판단된다.

Table 4.의 임업재해 원인별 재해 현황을 보면 절단/베임/찢림 사고 유형에 의한 재해자가 2,251명으로 가장 높았으며 그 다음으로 물체에 맞음(1,194명), 깔림/뒤집힘(1,112명), 넘어짐(1,087명)으로 순으로 나타났다. Table 5.의 사망 원인을

Table 4. The number of injuries by type of accidents between 2012 and 2016

Types	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Cutting/slash/stab	537	577	476	506	416	2512
Caught in, under, or between objects	343	344	259	291	247	1484
Struck by objects	313	304	279	232	214	1342
Slip	256	310	258	222	214	1260
Struck by objects	148	180	210	160	155	853
Falling	53	55	72	44	47	271
Car accident	39	47	35	57	32	210
Diseases	37	44	20	34	44	179
Unstable action	35	39	27	33	24	158
Pinched body parts	18	29	26	27	25	125
Animals or insects	18	17	11	13	13	72
Etc.	19	19	23	8	13	82

Table 5. The number of death by type of accidents between 2012 and 2016

Types	2012	2013	2014	2015	2016	Total
Caught in, under, or between objects	9	12	16	10	5	52
Struck by objects	5	1	3	2	0	11
Diseases	2	3	1	1	4	11
Struck by objects	2	1	3	2	1	9
Animals or insects	·	1	4	0	0	5
Falls	1	0	1	1	2	5
Cutting/slash/stab	1	1	0	0	0	2
Etc.	1	1	6	0	1	9

보면 가장 높은 것은 깔림/뒤집힘(52명), 물체에 맞음(11명), 업무상 질병(11명) 순으로 나타났다.

## 2.2 중대재해사례분석

2013년부터 2017년까지 한국산업안전보건공단의 재해조사 의견서 60건에 대해 분석하였다. 재해조사 의견서는 ‘사업장 개요’, ‘재해자 인적사항’, ‘재해발생 경위’, ‘조사자 의견’, ‘기타(사진, 상황개요도 등)’로 구성되어 있다.

분석을 통해 사고 유형, 사고 기인물, 재해자 연령 및 경력, 보호구 착용 유무, 재해자 작업 유형, 사고 인지 등의 내용을 도출하였다. 하지만 조사 내용 중 분석 항목이 나타나지 않은 부분은 각각의 분석 건수에서 제외하였다. 조사된 총 60건의 사고에서 62명이 사망하였으며 부상 1명이 포함되어 있으나 부상자는 분석에서는 제외하였다.

Table 6.의 중대재해 사고유형을 보면 총 60건의 사고 중 물체에 맞음(33건)과 깔림/뒤집힘(16건)이 가장 많은 것으로 나타났다. 물체에 맞음은 산업재해유형에서 날아오거나 떨어진 물체에 맞음

Table 6. The occurrence of accidents by type of accidents (60 serious accidents cases)

Types	Frequency
Struck by objects	34
Caught in, under, or between objects	16
Animals or insects	2
Cutting	2
Car accident	1
Fire/explosion	2
Falls	2
Slip	1
Total	60

사고를 의미하며 깔림/뒤집힘은 물체의 쓰러짐이나 뒤집힘으로 인해 발생한 사고를 의미한다.

Table 7.의 중대재해 사고 기인물을 보면 별도 목이 46건으로 가장 많은 것으로 나타났으며 기타 8건으로 나타났다. Table 8.의 연령대별 사망자를 보면 50대가 27명으로 가장 많았으며 60대가 18명, 70대 이상이 7명, 40대 9명, 30대 1명으로 나타났다.

Table 7. The occurrence of accidents by original cause material (60 serious accidents cases)

Original cause materials	Frequency
Wood	46
Saw machine	1
Crusher machine	1
Excavator	1
Animals or insects	2
Mine	1
Etc.	8
Total	60

Table 8. The occurrence of accidents by age group (60 serious accidents cases)

Ages	Frequency
30s	1
40s	9
50s	27
60s	18
>70s	7
Total	62

사망자의 경력은 재해조사 의견서에 조사된 36건을 기준으로 분석하였다. Table 9.를 보면 10년 이상의 경력을 가진 재해자가 18명으로 가장 많았으며 1년에서 5년 미만이 10명, 5년 이상 10년 미만이 8명으로 나타났다. 이는 재해자의 현장 작업이 60건 중 40건이 별목 작업으로 별목작업은

대부분 경력을 가진 작업자에 의해 이루어지기 때문인 것으로 판단된다. 하지만 경력이 10년 이상 된 경력자가 사고 발생률이 높은 것은 다른 측면에서 이를 유추할 수 있다.

Table 9. The occurrence of accidents by career (60 serious accident cases)

Career	Frequency
Less than 1 year	0
More than 1 year and less than 5 year	10
More than 5 year and less than 10 year	8
More than 10 years	18
Total	36

경력이 많을 경우, 일반적으로 산업현장에서 나타나는 문제점은 자기 과신, 자만, 안전작업과정의 생략 등으로 나타나는 것으로 선행연구에서 볼 수 있다. 특히, 10년 이상 경력자의 연령대를 보면 50대가 10명으로 가장 많았으며 그 다음으로 70대 4명, 60대 3명, 40대 1명으로 고연령층에서 많이 나타나고 있어 사고인지 및 대응에 어려움이 있을 수밖에 없다.

재해자 경력별 사고 유형(Table 10.)을 보면 10년 이상 경력자의 경우 물체에 맞음 10건, 깔림/뒤집힘이 4건, 화재/폭발이 2건으로 나타났으며 5년 이상 10년 미만의 경우 물체에 맞음 4건, 깔림/뒤집힘이 3건 베임이 1건으로 나타났으며 1년 이상 5년 미만의 경우 물체에 맞음 8건, 낙하 1건, 베임은 1건으로 나타났다.

Table 11. The occurrence of wearing personal protective equipment (60 serious accidents cases)

Personal Protective Equipment	Frequency
Wear	26
No wear	16
Total	42

사망자 60명 중 42명에 대해 보호구 착용 유무에 대한 기록이 나타나 있었다. 이중 26명이 적합한 보호구를 착용하고 있었으며 16명이 미착용하였다(Table 11.).

중대재해의 세부원인은 하나 이상의 원인으로 나타났으며 이를 중복하여 원인을 도출하였다. 세부원인 중 가장 높은 건수는 작업 전 지장목 미처리에 의해 발생하였다. 지장목 미처리는 덩굴, 주변 가지, 고사목 등을 벌목 전 제거하지 않음으로

Table 10. The occurrence of accidents by accident types and career (60 serious accidents cases)

Types	1 year ≤ <5 year	5 year ≤ <10 year	≥10 year	Total
Struck by objects	8	4	10	22
Caught in, under, or between objects	0	3	4	7
Falls objects	1	0	0	1
Insect bite	0	0	1	1
Slash	1	1	0	2
Car accident	0	0	0	0
Fire/explosion	0	0	2	2
Falls	0	0	0	0
Slip	0	0	0	0

인해 별도목이 원하지 않은 방향으로 전도되거나 다른 나무를 쓰러뜨려 재해를 유발하였다. 두 번째 세부원인은 출입금지지역 미준수로 16건이 발생하였다. 이는 벌목작업범위 내(수고의 2배)에서 벌목, 조제 작업등이 이루어져 발생한 사고이다. 세 번째 원인은 작업안전수칙 미준수로 15건이 발생하였다. 이는 벌목 기기의 안전작업 방법 미준수, 경사지 벌목 시 안전수칙 미준수 등의 원인으로 발생하였다. 그 외 수구각을 내지 않거나 잘못된 방법으로 수구각을 내어 발생한 사고가 6건이 발생하였다.

Table 12. The occurrence of struck by objects accidents by specific reasons (60 serious accidents cases)

Specific reasons	Frequency
Not following safety working area	15
Not following safety working manual	7
Not eliminate hindrance tree	13
Not following standard technique for tree felling	0
Etc.	0

Table 13. The occurrence of caught in, under, or between objects accidents by specific reasons (60 serious accidents cases)

Specific reasons	Frequency
Not following safety working area	1
Not following safety working manual	3
Not eliminate hindrance tree	10
Not following standard technique for tree felling	3
Etc.	2

사고유형 중 가장 많은 사고 유형인 물체 맞음과 깔림/뒤집힘에 대해 세부원인을 분석한 결과

(Table 12.)를 보면 물체에 맞음의 세부원인 중 출입금지지역 미준수가 15건, 작업전 지장목 미처리가 13건으로 나타났다. 깔림/뒤집힘의 세부원인 (Table 13.) 중 작업 전 지장목 미처리가 10건, 작업안전수칙 미준수 및 수구각 미준수가 각각 3건으로 나타났다.

사고의 재해자를 보면 작업 중 본인이 재해자가 된 경우가 37명이었으며 타인에 의해 발생한 사고는 18명으로 나타났다. 본인의 재해자가 된 경우는 작업안전수칙을 지키지 않은 경우이며 타인에 의한 사고는 대부분 작업금지지역에서 작업이 이루어지면서 발생한 사고이다.

Table 14. The occurrence of accidents suspects (60 serious accidents cases)

Accident suspect	Frequency
Him/herself	37
Others	18
Etc.	5
Total	60

사고발생시 가장 중요한 것은 사고의 빠른 인지이다. 하지만 임목 수확 작업은 작업 범위가 광범위하고 기계톱 등의 소음으로 인해 사고의 인지가 어렵다. 이로 인해 응급대응을 할 수 있는 골든타임을 놓치게 되면서 중대재해로 확대된다. 60건의 중대재해 중 사고를 즉시 인지한 경우는 34건이었으며 사건 발생 후 일정 시간이 지난 후 인지한 경우가 26건으로 나타났다.

Table 15. The occurrence of recognition of accidents (60 serious accidents cases)

Recognition of accidents	Frequency
Immediately	34
Later	26
Total	60

2012년부터 2016년까지 임업 사고 통계분석과 중대재해사고사례 60건 분석을 종합해 보면 가장 많은 유형은 깔림/베임/찢림이며 매년 가장 높은 수치를 나타내고 있다. 반면 중대재해사고사례와 임업의 사망사고 유형을 보면 물체에 맞음, 깔림/뒤집힘으로 나타나고 있다. 김명환[8]의 숲 가꾸기 사업 종사자들을 대상으로 한 AHP 위험성 평가에서도 1순위가 의도하지 않은 방향으로 넘어진 별도목에 맞을 위험이 가장 높은 것으로 나타났으며 2순위가 떨어지는 별도목에 맞을 위험, 3순위가 기계톱에 베임 위험으로 나타났다. 즉, 임업 종사자들은 중대재해발생 위험요인과 상해를 입을 수 있는 요인에 대해 충분한 인식을 가지고 있다는 것이다. 하지만, 이러한 사고가 지속적으로 발생한다는 것은 무엇보다 작업자들의 교육, 환경, 제도, 기술의 종합적인 대책이 필요한 것으로 판단된다.

### 3. 관련법 및 제도 분석

임업은 일반 타 산업과 마찬가지로 산업안전보건법의 적용을 받고 있으며 별목, 어린나무 가꾸기, 풀베기 등의 사업은 숲 가꾸기 설계·감리 및 사업시행 지침에 따라 산림청으로부터 허가받은 영림단과 도급으로 계약이 이루어지고 있다.

산업안전보건법 시행령에 따르면 50인 미만 사업장에는 안전보건관리책임자, 안전보건관리자의 선임의무가 없었다. 하지만 2017년 10월 법이 개정되어 20인 이상 50인 미만 사업장도 안전보건담당자를 의무적으로 선임하도록 하고 있다.

하지만 2016년 임업 분야 20인 미만 사업장의 수가 전체 임업 사업장수의 약 93%를 차지하고 있고 근로자수는 약58%, 재해자수는 87.1%, 사망자수는 약85%를 차지하고 있다. 즉, 비록 법이 강

화는 되었지만 임업 분야에 적용되어 사고를 감소 시키기에는 한계가 있는 실정이다.

Table 16. The occurrence of injuries and death by company scale.

	Less than 20 labors	Total forestry
Companies	11,562	12,422
Labors	54,356	93,493
Injury	1,244	1,428
Death	11	13

임업 종사자 중 기계톱, 트랙터원치, 우드그랩과 같은 기계를 다루는 종사자에 대한 교육 및 자격증에 대한 규제가 법적으로 마련되어 있지 않다. 비록 산림조합중앙회의 임업기계훈련원에서 임업기계에 대한 교육·훈련 과정을 운영하고 있지만 의무화 되어 있지 않다. 이로 인해 임업 기계를 다루는 종사자들에 대한 안전 교육 및 관리가 어려운 실정이다.

또한, 숲 가꾸기 설계·감리 및 사업시행 지침에 따르면 숲 가꾸기 사업 원가 작성 기준에 따라 산업안전보건관리비를 책정하여 사용하도록 하고 있다. 산업안전보건관리비는 건설업 산업안전관리비 계상 및 사용기준을 적용하도록 하고 있으며 공사 금액이 4,000만원 이상인 경우에만 적용을 하고 있다. 임업에 적용되는 산업안전보건관리비는 5억 미만의 경우 재료비 및 직접노무비의 1.85%를 적용하도록 하고 있으며 5억 이상 50억 원 미만인 경우 1.2%를 적용하고 있다. 하지만 숲 가꾸기 사업에서 대부분의 도급계약이 1억 미만인 것을 감안 했을 때 실제 임업종사자들에게 활용할 수 있는 산업안전보건관리비는 4,000만원을 기준으로 약 50만원 내외이다. 이는 현실적으로 임업 종사자들의 안전을 확보하고 사고를 감소시키는 방안으로는 한계가 있다.

## 4. 개선방안

개선방안은 입업사고통계와 중대재해사고사례 분석에서 도출된 문제점을 산업안전분야에서 활용하고 있는 4E 교육(Education), 기술(Engineering), 환경(Environment), 관리(Enforcement) 대책으로 구분하여 제시하였다.

### 4.1 교육적 대책

응급처치 교육 및 응급대응 시스템의 구축이 필요하다. 중대재해사례분석을 보면 입업 작업 현장의 특수성으로 인해 즉각적인 사고의 인지가 어렵다. 또한, 입업 현장은 대부분 산림지역에 이루어지기 때문에 응급구조인력의 접근이 어려울 뿐만 아니라 많은 시간이 소요된다.

이로 인해 사고발생 시 적절한 응급처치가 이루어지지 않고 이송이 늦어지면서 재해의 크기를 증가시키고 있다. 하지만 응급처치에 대한 교육은 정기 안전교육 시 소개 교육에 그치고 있는 것이 현실이다. 이러한 부분을 해결하기 위해서는 무엇보다도 응급처치 교육을 의무화하고 지역의 소방서, 병원과 연계하여 작업지역을 사전에 소방서에 통보하고 필요시 헬기 지원을 받을 수 있도록 시스템화 하는 것이 필요하다. Ghaffariyan[2]의 연구 및 미국 및 일본[4]에서도 현장 인력의 응급처치 교육 및 전문인력의 현장 배치에 대한 중요성을 강조하고 있으며 이를 법제화 하고 있다.

### 4.2 기술 및 환경적 대책

입업작업 현장은 환경적 특성이 매우 열악하며 그 요소를 변화시키는 것은 매우 어렵다. 하지만 이러한 부분들은 기술적 대책을 통해 해결이 가능

하다. 중대재해사고사례 분석에서 입업 사고는 사고인지가 즉각적으로 이루어지는 것이 매우 어렵고 안전관리가 어렵다. 이는 작업 범위가 광범위하고 기계톱 등과 같은 기기의 소음, 단독 작업 등으로 인한 것이다. 또한, 경사, 바람 등과 같은 환경적 특성을 변화시킬 수 없기 때문에 불안정한 행동을 유발하는 요인이 된다. 이러한 부분을 해결하기 위해 IoT, ICT 기술과 심장박동수 감지, 작업자 간의 거리 등을 감지할 수 있는 센서 기술을 접목하는 것이 필요하다. 이는 신체활동 정보를 통해 작업자의 신체 이상을 신속하게 파악하고 작업자간의 안전거리를 확보 할 수 있게 함으로써 중대사고사례의 가장 큰 원인인 물체에 맞음, 깔림/뒤집힘 사고를 예방할 수 있다.

### 4.3 관리적 대책

입업 종사자들의 경우 자격증에 대한 필요성을 느끼지 못하며 현장에서의 경험을 통해 입업 종사하고 있다. 비록 영림단 허가에 필요한 자격 요건이 있지만 이는 허가 후에는 자격증에 대한 필요성이 없다. 더욱이 도급계약 과정에서 종사자들의 임금은 경력, 자격증에 상관없이 보통 인부 임금으로 책정되어 자격증 소지자 또는 경력자에 대한 어떠한 인센티브도 제공하지 않고 있다. 이러한 부분을 해결하기 위해서는 자격증 제도를 의무화하여 자격증 제도를 활성화 하고 자격증 소지자에 대한 경력을 등급화 하여 기술자 등급이 높은 인력 고용 시 도급 계약을 할 때 인센티브 부여 할 수 있는 방안이 필요하다.

또한, 현재의 도급 계약 과정에서 산업안전보건관리를 충분히 확보하는 것은 현실적으로 어려운 것이 현실이다. 더욱이 사업장의 규모가 작을수록 사고의 발생율이 높게 나타나고 대부분 단위가 작은 작업이 이루어지기 때문에 안전보건관리비를



확보하는 것이 어렵다. 이러한 부분을 해결하기 위해서는 4,000만원 이하의 도급 계약 시 국가에서 안전보건관리비를 지급하는 등의 안전보건관리비를 지원할 수 있는 제도가 마련되어야 한다. 장기적인 측면에서 자격증 제도와 연계하여 개인보호장비를 국가에서 지원할 수 있는 방안이 필요하다.

## 5. 결론

국내 임업은 경제적, 공공적 측면에서 그 중요성에도 불구하고 안전분야에 대한 투자와 관심이 저조한 실정이다. 이로 인해 임업은 국내 산업 분야 중 광업 다음으로 높은 재해율을 나타내고 있다.

이에 본 연구에서는 임업사고의 위험요인을 임업사고 통계 및 중대재해사고사례 60건을 심층 분석하여 위험요인을 도출하였다. 도출된 문제점을 바탕으로 교육, 기술, 환경, 관리적 대책을 제시하였다. 교육적 대책으로 응급처치교육 및 대응 시스템을 제시하였으며 기술, 환경적 대책으로 현재 중대재해사고사례의 가장 큰 요인인 물체에 맞음, 깔림/뒤집힘 요인을 감소시키고 즉각적인 사고인지가 가능한 방안을 제시하였다. 관리적 대책으로 자격증 제도 및 이와 연계한 경력 관리 시스템과 도급 계약의 문제점을 해결방안을 제시하였다.

## 사 사

본 연구는 산림청 국립산림과학원 연구과제(과제번호 : FO0000-2017-01-2018)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

## 참고문헌

- [1] Korea Forest Service, “The Statistical Yearbook of Forestry(2017)”, Daejeon : Korea Forest Service, (2017).
- [2] Ghaffariyan MR., “Analysis of forestry work accidents in five Australian forest companies for the period 2004 to 2014” Journal of Forest Science, vol. 62, no. 12, pp. 545-552, (2016).
- [3] Jennifer, L.B., Vitae, A., and Grushecky, S.T., “Evaluating the effectiveness of a logger safety training program” Journal of Safety Research, vol. 37, no. 1, pp. 53-61, (2006).
- [4] Food and Agriculture Organization of the United Nations. “Accident reporting and analysis in forestry”, Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, (2018).
- [5] Hee-Yul Kim and Chong-Min Park, “Study on the System Improvement for Accident Prevention of Forestry Operations in Korea”, Journal of Korean Forest Society, vol. 103, no. 4, pp. 574-582, (2014).
- [6] Hee-Yul Kim, Park, S.H., Lee, S.H., and Park, C.M., “Analysis on safety accident characteristics of forestry workers in Korea” Journal of Korean Forest Society, vol. 102, no. 4, pp. 550-559, (2013).
- [7] Korea occupational Safety & Health Agency. “Analysis of the industry hazards” Sejong : Korea occupational Safety & Health Agency, (2012-2017).
- [8] Myoung-Hwan Kim, “A study on the risk factor analysis and control of felling in forest management project”, The graduate School of Seoul National University of Science & Technology, Master’s degree, (2016).

(접수: 2018.10.12. 수정: 2019.02.13. 게재확정: 2019.03.05.)