

# 동해안 산불피해 지역의 현장조사 및 분석

심재현 (국립방재연구소 연구관)

박덕근 (국립방재연구소 연구관)

김윤태 (국립방재연구소 연구사)

금년 4월 6일부터 4월 15일 동안 강원도와 경상북도의 5개 시 군에 대규모의 산불피해가 발생하여 980억원에 달하는 산림피해액이 발생하였다. 산불로 인한 인명 및 경제적 손실이라는 직접적인 피해 이외에도 수목과 초지가 훼손됨에 따라 여름철 강우시 산사태 및 토사의 유출이 증가할 것으로 예상되어 우리 연구소에서는 2차 재해유발 가능성이 있는 지역에 대한 현장조사를 실시하게 되었다.

현장조사는 산불이 진화되고 피해대역이 집계된 후인 5월 7일부터 5월 12일까지 실시하였으며, 현장조사결과 2차 재해발생 가능성이 일부지역에 존재하였는데 현장조사결과를 요약하면 다음과 같다.

## 1. 산불피해 현황

금번 동해안 지역의 산불은 4월 6일 12:30경 강원도 고성군에서 최초 발화하였으며, 강릉시, 삼척시, 동해시, 울진군에 산발적으로 발화하여, 총 23,448ha의 산림피해가 발생하였고, 인명피해는 삼척시와 동해시에 사망자가 1명씩 발생하였다.

아래의 표는 피해가 발생한 5개 시군의 피해발생

지역 및 발화원인과 피해규모를 개략적으로 나타낸 것이다.

## 2. 현장조사

### 2.1 고성군

강원도 고성군은 금년 4월 6일부터 4월 13일까지 4차례 산불이 발생하였으며, 원인은 군부대 소각장 내 발화와 담뱃불에 의한 발화, 그리고 원인미상으로 각각 상이하였는데, 총 160억원의 피해액이 발생하



거진읍 거진항 산불피해 지역

시군명	발생일시	피해지역	발화원인	피해면적 (ha)	피해액 (백만원)
고성군	2000.4. 6(12:30)	거진읍, 현내면, 죽왕면, 토성면	군부대소각장 인화	2,696	6,194
강릉시	2000.4. 7(08:25)	사천면, 연곡면, 교1동, 홍제동, 경포동	원인미상	1,447	23,691
동해시	2000.4.12(09:20)	삼척동, 동해시 일원	원인미상	2,244	10,791
삼척시	2000.4. 7(10:32)	근덕면, 원덕읍, 미로면	유지소각중 불씨	16,751	56,957
울진군	2000.4.12(13:10)	북면 나곡4리, 나곡6리	원인미상	310	1,081
총 계				23,448	98,714

였다.

거진읍 거진항 인근의 산불피해 지역은 산불 발생 시 도로가 협소하여 소방차 진입이 불가하여 피해가 가중되었으며, 주택이 산기슭에 밀집되어 있어 강우로 인한 산사태 발생시 대규모 피해가 예상되고 있다.

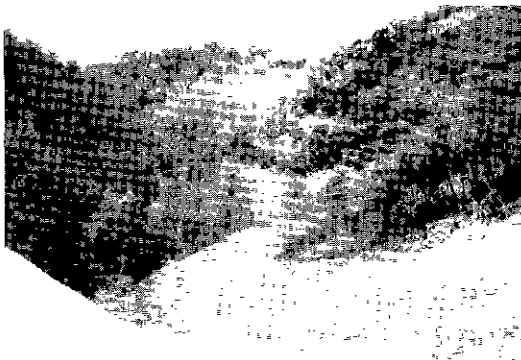
### 2.2 강릉시

강릉시는 4월 7일과 4월 12일에 원인미상의 발화가 두 차례 있었으며, 사천면, 연곡면, 경포동, 교1동, 홍제동, 사천면에 총 237억원의 피해액이 발생하였다.

사천면 산대월리는 1998년에 산불피해가 발생한 곳으로서 금년에 두 차례에 걸쳐 산불피해가 발생하여 토양이 완전히 사막화가 되어 산림조성이 어려운 상황이었다. 산사태와 토사유출을 방지할 위하여 가옥피해가 우려되는 곳만 돌담태로 응급복구 공사가



산대월리 응급복구공사 현장



노동중리 소형 침사지 설치예정장소

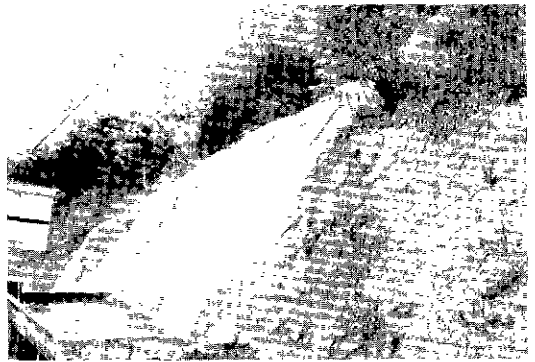
이루어져 있었다

사천면 노동중리에 위치한 특수목재 가공공장은 산불로 공장시설과 원목이 완전 소실되어 약 64억원의 피해액이 발생하였고, 산불피해와 더불어 발생한 재와 나무잔해가 많아 강릉시에서는 산불로 인한 부유물이 하천으로 유입되는 것을 방지하기 위해 계곡 상류부에 소형 침사지를 건설할 계획에 있다.

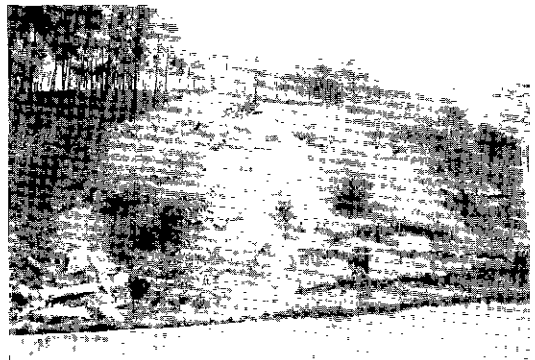
### 2.3 동해시

동해시는 4월 12일 삼화동 달방하류에서 1차 발화가 있었고, 2차 발화는 삼척시에서 발화되어 동해시 경계까지 확산되었으며, 산림 2,244ha, 건축물 48동, 영농 및 축산분야 4억5천만원 등 총 107억원의 피해액이 발생하였다

북삼동의 재해위험지구는 기존에 설치된 옹벽의 일부가 파손되었으며, 주택이 밀집지역으로서 현재 임시로 비닐을 씌워둔 상태였는데, 금번 산불피해로



북삼동 재해위험지구



북평동 7번 국도상 피해우려지역



분토골 사방공사 현장

재해위험이 더욱 기증되고 있는 실정이었다.

북평동의 북평동 7번 국도상에 위치한 산사태위험 지역은 암석절리와 토사유출이 활발히 발생하고 있었고, 산불피해로 재해위험이 기증되고 있는 곳이다.

분토골은 가옥 4동이 완전 전소되었으며 응급복구로서 현재 사방공사 중이며 소화전 준설계획을 수립할 예정이다.

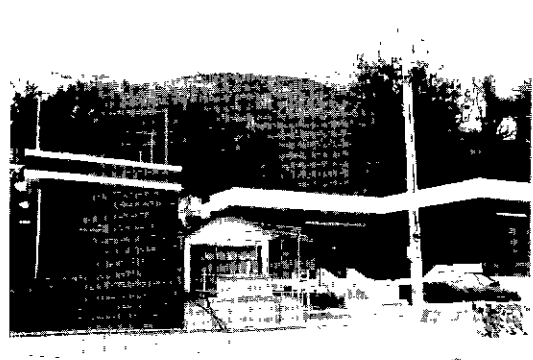
#### 2.4 삼척시

삼척시는 4월 7일에는 10시 32분경 근덕면 궁촌리 산449-1번지에서 발생하였고, 4월 12일에는 미로면, 4월 13일에는 도계면에서 발생하여 총 569억원의 피해가 발생하였다.

미로면 교촌리는 가옥 3동이 완전 전소되었고, 산기슭에 가옥이 위치하고 있어 산사태 발생시 인명피해가 예상되는 지역이다. 특히 주민들의 심한 반대로



궁촌1리 가옥 전소 현장



궁촌1리 산사태 피해 가능지역

다른 곳으로 주민들을 이주시키는 것도 불가능하여 조속한 응급복구가 이루어져야 할 것이다.

근덕면 궁촌1리에서는 가옥 7동이 전소되었으며, 현재 전소된 가옥은 철거되었으나, 가옥 뒤에 위치한 야산 소유자의 반대로 원활한 응급복구를 할 수 없는 실정이었다

산불피해가 발생한 야산기슭에 가옥이 위치하여 강우시 산사태로 인한 인명피해 발생 우려되었고, 해안가에 인접한 곳이어서 강우시 부유물이 해안으로 유입될 경우 심각한 어장피해가 예상되었다.

#### 2.5 울진군

울진군은 4월 12일 북면 나곡리 일원에서 원인미상의 산불이 발생하였고, 산림 310ha, 송이재배지 100ha, 조경시설 2 억원, 군사시설 7 천만원 등 총 11억원의 피해액이 발생하였다.



나곡4리 7번국도 공사현장



나곡6리 산사태 가능지역



해안으로 유입이 예상되는 산재된 부유물



산불피해와 미역건조현장

북면 나곡 4리에 위치한 태봉마을은 7번 국도의 공사가 진행중이어서 다량의 토사가 노출되어 있으며, 더욱이 금번 산불피해로 강우시 토사유출의 우려가 있어 울진군에서는 나곡천 내에 3개소의 낙차공을 설치하여 토사유출을 방지할 계획에 있다.

북면 나곡 6리에 위치한 고포마을은 산기슭에 가

옥이 위치한 곳이 대부분으로서 강우시 산사태와 토사유출이 발생할 가능성이 큰 곳이었다.

산불피해가 발생한 곳이 해안과 약 50~400m이고 자연하천이 아닌 자경작용이 없는 콘크리트 수로가 설치되어 있어 강우시 산불로 인한 부유물이 해안으로 단시간에 유입되어 여장오염의 피해가 예상되었다.

특히 고포마을 주민의 대부분은 특산품인 고포미역을 주수입원으로 하고 있어 여장오염시 민원발생의 우려가 있으므로 신속한 응급복구를 필요로 하고 있었다.

### 3. 산불로 인한 산사태 및 토사유출 가중요인

#### 3.1 국내의 산사태 및 토사유출 피해 현황

우리 나라는 여름철 집중호우시 사면붕괴로 인한 피해가 매년 발생하고 있으며, 최근의 집중호우기간

연 도	원 인	사 망자	비 고
1998	산사태	103	전체인명피해의 27%
1999	산사태	30	전체인명피해의 34%

동안 발생한 인명피해 현황은 다음과 같다.

산사태의 요인으로는 집중호우, 해빙, 하천 및 댐 수위변화, 지진 등이 있는데, 산불이 발생한 후에는 표토층을 결속하는 초목이 훼손되어 지지력이 약화되므로 산사태 발생 가능성이 증가한다.

미국의 산사태 피해 및 유지비는 연간 1억6백만달러(약 1,270억원)이고, 일본의 산사태 피해는 세계 최대로 연간 20억달러(약 2조 4천억원)이다.

세계 최대의 산사태 피해가 1963년 이탈리아에서 발생하였는데, 이탈리아 북부지방에서 발생한 산사태로 약 2억 5천만㎡ 낙석이 발생하였고, Vaiont 저수지가 범람하여 260m 떨어진 아치댐보다 100m이상 높은 물기둥을 형성하여 댐하류 마을에 대규모 피해가 발생하였다. 이 산사태로 인하여 5개 마을에서 2천 여명의 인명피해가 발생하였다.

1994년 7월에는 미국 콜로라도주에서 발생한 대규모 산불로 인하여 9월에 호우시 산사태가 발생하여 30여대 자동차가 매몰되는 피해가 있었고, 고속도

로가 차단되어 8차선중 1차선 복구에 16시간이 소요되었으며, 콜로라도 댐 붕괴 위험으로 대피소동이 발생하였다.

### 3.2 사면붕괴발생의 중요요인

1980년대 초반 3년간에 걸쳐 미국 서부지역에는 엘니뇨(El Nino)현상이 지속되었는데, 기후변화로 인해 산간지역에 강수량이 집중되어 캘리포니아, 콜로라도 등 6개 주에서 대규모 산사태가 발생하였다.

최근에는 사면의 감지력, 경감대책, 경보체계가 지속적으로 발전하고 있음에도 불구하고 장기적으로 사면붕괴는 전세계적으로 증가할 것으로 추정되고 있다. 증가요인으로는 택지개발, 산업단지조성, 도로, 채석장, 댐 개발 등의 도시화 증가와 사면붕괴 위험지대를 개발하여 발생한 인공절취면의 증가, 사면붕괴 위험지대임에도 불구하고 계속되는 벌목작업, 기후변화로 인한 국부적인 강수량 증가 등이 있다.

### 3.3 산불로 인한 산사태 및 토사유출 발생 증가요인

산불이 발생한 후 첫째에는 토사유출 및 침투유량이 35배 이상 증가함에 따라 산사태 발생 빈도는 증가하게 된다. 대부분의 토양은 불에 의해 물을 흡수하지 않는 속성으로 변화되는데 이러한 불투수층의 형성요인은 유기물이 타면서 생긴 왁스분자들이 토양 알갱이를 감싸기 때문이다. 불투수층은 200℃에서 생성되고, 370℃에서 최대로 발생되고 이 불투수층으로 인해 우수는 토양으로 흡수되지 않고 지표면으로만 흐르게 된다. 또한 유기물이 불에 타 없어지면서 0~5cm 깊이에 있는 토양의 pH농도는 정상 산의 평균 5.2보다 0.6 증가한 5.8로 토양의 화학적 성분이 변화하게 된다

동일한 강우에도 산불발생 전에 비해 총유출량 및 침투유출량은 증가하게 되는데, 원인으로서는 수목 및 초지의 수분함유능력 손실, 수목 및 초지 옆면의 수분차단효과 상실, 토양의 수분 함유능력 상실 등이 있다. 또한 강우 발생시에는 유속이 증가하고, 토양의 부착력 감소로 인하여 토사유출량이 증가하게 된

다.

표토층이 강우로 포화되면 산사태가 발생하며, 발생후에는 빠른 속도(초속 3~16m)로 이동하여 하류부 피해의 중요요인이 된다. 또한 비가 오지 않더라도 30 이상의 경사면은 산불로 인한 내부마찰각 감소로 지표층에서 중력에 의해 자연적으로 산사태가 발생하게 되고, 수분감소로 인해 일시적으로 산사태가 감소할 수는 있으나 지하의 나무뿌리 등이 썩는 2~3년 후에는 산사태가 다시 증가하게 된다.

산사태 피해뿐만 아니라 쓸려온 나무등치와 바위 등이 소하천 같은 물길을 막아 소규모 댐의 붕괴와 같은 효과를 발생하게 되고, 이러한 위험성은 호우시 산사태 발생지역에서 상존하게 되며, 경사도 15°이 하인 완만한 경사지에서도 발생가능성은 있다.

### 3.4 산불발생지역의 산사태 및 토사유출 저감대책

#### 1) 구조적 대책

#### ① 산불지역 경사지 및 계곡주위(특히 사질토 표토층이 있는 경우)

- 산불이 발생한 경사지중 인가나 주요시설이 위치한 우려지역을 우선적으로 조사하여 배수로 정리등 응급대책 강구
- 주요시설은 토사방지용 벽 또는 울타리 설치
- 사면 안정성확보와 침식방지를 위한 녹색공법 시행

#### ② 조속한 활착이 가능한 식생의 조기 녹화

- 표면침식저감 및 우수충적 저감을 위해 뿌리가 깊고, 건기에도 잘 자라며 불에 잘 견디는 종자를 선택, 조속한 녹화시행(등대풀, 꿩비름, 은방울꽃, 애기월굴, 라일락 등)
- 산불 재발생이 우려되는 지역은 리기다 소나무 적극 식수(1996년 고성 산불발생시 다른 소나무에 비해 리기다 소나무가 적절함이 입증됨)

#### ③ 통수능 확보를 위한 계곡부 유로 하상정비 및 확대

- 세굴 및 침식이 우려되는 구간에는 호안구조물 설치(피복공, 밀다짐공 등)

- 지표 유출수 집중현상을 분산시키는 도수로 설치
- 현지특성을 고려한 낙차공을 설치 유속을 감소시켜 하상침식, 세굴 및 토사이동저감
- 하류부 침사지 시공(가능하면 다단계 침사지로 설치)
- 집중호우시 유실되는 토사, 수목, 암석 등을 제거, 유로차단 및 통수단면 축소로 인한 배수불량 저감

④ 잡목활용을 통한 토사유출 방지대책 수립

- 산불에 의해 벌채하여 버리는 나무를 활용, 흐름 방향의 가로로 적치하면 유속을 저감시켜 세굴 및 침식 방지 가능
- 지표면에 고정장치를 시공하면 효과는 배가되는 것으로 조사됨. (미국의 경우 이러한 방지공 [water bar]를 활용하면 미설치구간에 비해 토사량이 20%이상 저감되는 것으로 조사되었고, 1996년 고성산불 지역 일부에서도 이를 시공하였으나 인건비가 세로로 적치하는 것보다 2~3 배 소요되어 기피하는 경향이 있음)

⑤ 주택 복구공사시 주의사항

- 주변 10m안에 수목 배치를 지양(가지치기로 3m이하로 유지)
- 1m둘레로 자갈, 쇠석을 깔아 직접 화염에 접촉되는 것을 방지

2) 비구조적 대책

① 구조물 설치는 시일이 소요되므로 호우예상시 위험지역을 정기 순찰하여 다음 현상발생시 주민 대피를 유도한다.

- 새로운 물길
- 지표에 갈라진 틈
- 사면하부의 배부름 현상
- 사면 표면에 구멍발생
- 나무의 기울어짐
- 하천의 부유물 증가
- 갑작스런 유출량 증가

② 바위의 이동 및 지표가 갈라질 때 특이한 소리가 발생하므로 주의환기 필요

- ③ 1일 강수량이 70~100mm, 혹은 시간 강우량이 20mm이상이면 토양이 거의 포화되어 사면 붕괴 위험성이 증가하므로 주민 대피 유도
- ④ 호우시 산불지역 경사지에 거주하는 주민들은 경계토록 홍보(산사태 사망자 90%이상 수면 중 사망)

4. 제도개선방안

1) 효율적인 방재업무 수행을 위한 재해관련 조직 개선

현장조사 결과 산불재해는 대부분 일선 시군구에서 산림과 업무소관이나 이번 피해발생후의 조치인 피해조사 및 응급대책은 방재계에서 담당하여 동일한 행정조직내에서도 업무혼선이 있으며, 방재담당 공무원들의 업무가 과중한 것으로 조사되었다.

특히 일선 시군구 방재계 인력은 2~3명에 불과함에도 수해복구공사 및 산불대책 등의 업무를 중복하여 수행하고 있는 것으로 조사되었다.

따라서 1999년 대통령 비서실 수해방지대책기획단 안대로 방재담당 조직은 토목, 전산 등 전문인력으로 최소 6명 이상 인력배치할 필요가 있다고 판단된다.

2) 피해지역내 계획중인 소하천 정비사업을 조속히 시행

산불에 의한 토사유출증가에 따른 하천단면 축소 및 홍수범람 방지를 위해 소하천 정비사업을 조속하게 추진할 필요가 있다. 특히 올해 계획중인 소하천 정비사업은 우기이전 실시하고, 계획중인 하천에 대해서도 조속하게 정비사업 추진하는 것이 토사로 인한 하천단면의 감소와 이로 인한 홍수위 증가를 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

3) 산불의 구체적인 재해지원규정 필요

현재 산불재해에 대한 국가지원에 대한 규정이 없어 이재민들의 불만과 향후 대책에 대한 계획이 제 자리를 잡지 못하는 것으로 조사되었다. 특히 정부나

시도의 방침이나 지침없이 피해집계가 이루어져 피해주민들이 상당한 보상심리를 가지고 있는 것으로 조사되었고, 피해보상 여부와 규모에 따라서는 대다수 민원이 발생할 우려가 있었다. 따라서 홍수 등의 재해발생시 재해지역 지원에 따른 국비보조(동당 3천만원), 읍자(동당 2천만원) 등으로 지원을 하고 있듯이 산불 및 기타 재해에 대한 국가와 시도 및 시군구의 지원범위를 다루는 규정이나 지침을 수립할 필요가 있다.

#### 4) 재해대책기금 및 재난관리기금의 적절한 운용

현행 재해대책 및 재난관리 기금적립 및 운용은 해석에 따라 모호할 가능성이 상존하여 일선 공무원들이 기금활용을 회피하는 것으로 나타났다. 회계법 운영상 기금사용은 우선적으로 감사를 받아 일선 공무원들이 적립금액 활용에 대해서는 필요성을 인식하면서도 기피하는 경향이 있었다.

또한 기금을 적립시 익수가 큰 정기적금으로 가입, 필요시에도 해지시 이자금액이 적어짐을 우려, 국비보조시기까지 응급공사를 미루는 사례가 이번 산불재해 뿐만 아니라 수해대책에서도 존재하고 있었다.

따라서 시급하게 준비를 요하는 사업에 대한 기금의 구체적 활용지침을 마련하여 적절한 기금활용으로 재해대책업무에 차질없도록 조치할 필요가 있는 것으로 조사되었다.

#### 5) 개인소유 피해 야산 응급복구 애로

개인소유 야산은 산사태나 토사유출을 방지하기 위한 응급복구를 개인 허가 없이는 정비할 수 없어 인근 주민의 민원이 야기되고 있었다. 그 사례로 삼척시 근덕면 궁촌1리 가옥전소 피해주민은 주택을

신축하고자 하여도 산사태가 우려되어 사면에 대한 근원적 대책을 통해 주택신축을 하고자 하나 야산 소유주의 반대로 신축이 불가능한 상황이 조사되었다.

따라서 이에 대한 중재 및 예산지원 등이 구체적으로 규정되어 있는 규정이나 지침을 마련할 필요가 있다고 판단되었다.

#### 6) 재해대책관련 국가지원 범위의 검토 필요

현재 재해대책관련 규정은 주택신축시만 국가지원이 가능하여 아파트 분양 및 주택구입시 이러한 규정이 적용되지 않는 사례가 있었다. 따라서 주택복구와 동일하게 인정하도록 대체 주택구입을 주택복구유형으로 인정할 필요가 있다.

그리고 현재 자가 소유자에 대한 지원은 있으나 세입자 처리규정이 미흡하므로 세입자 이주대책비에 대한 국비보조 및 저리유자방안도 함께 강구되어야 한다. 또한 전기파널 난방설치로 인해 전기료 부담이 가중되므로 임시주거시설에 대한 전기료 감면방안도 강구되어야 한다.

#### 7) 특수 시설 및 재산에 대한 근원적 재해대책 수립 필요

사천면 노동중리의 목조주택 가공공장의 경우 북한산 원목 등 특수목재가 산불로 인해 전소되어 공장 시설 및 원목 소실로 64억원의 피해가 발생하였으나 이에 대해 보상이나 지원을 받을 규정이 없는 것으로 조사되었다. 따라서 현재 행정자치부에서 검토중인 자연재해보험제도 및 기타 보험제도를 활용하여 실질적인 보상이나 배상이 가능한 방안이 도입되어야 할 것으로 판단된다. ㉓