



EF1 단원: **훈련: 식생화재 현장에서의 활동으로 본인과 타인에 대한 리스크를 줄일 수 있다**

도입:

본 훈련 자료집은 EuroFire 레벨 2 역량 표준 **EF1 식생화재 현장에서의 활동으로 본인과 타인에 대한 리스크를 줄일 수 있다**를 보충한다.

본 문서는 식생화재 관리 지원 인력을 대상으로 한다. 본 문서는 산불 관리 작업이 단순하고, 리스크 수준, 복잡성, 산불 행동이 낮고 작업자가 직접 감독을 받는 상황인 경우를 대상으로 한다.

산불 관리 기법에 관련된 국가 및 지역 법률을 모두 준수하여야 한다. 이와 더불어 작업 수행 전 지역 토지 소유주와 상의하거나 소유주의 허가를 받아야 한다.

본 단원에 대한 훈련은 정규 훈련, 멘토링, 코칭 등의 방식으로 진행된다. 자율학습은 지식과 본 자료의 이해에만 국한되어야 하며 실제 적용에 사용되어서는 안 된다. 실제 적용은 직접 감독하에서만 이루어져야 한다.

본 훈련 자료의 명목상/개념상/지침상 학습 시간은 20 – 30 시간이다.

EuroFire 는 시범 사업이다. 훈련 자료는 지속 발전되는 프로세스의 일환으로 평가되어야 하며 피드백 양식은 www.euro-fire.eu 에 올라와 있다.

본 자료의 예상 학습자는 진화대, 농업, 임업, 사냥터 관리, 보전, 방목장, 휴양 관리 및 식생화재 관리 지원 정규직, 시간제 종사자이다.

EuroFire 역량 표준과 리스크 관리의 관계

예상 학습 결과를 모두 이해하기 위해 EuroFire 역량 표준을 참고해야 한다. 역량 표준의 섹션 구성은 다음과 같다: 단원명, 구성 제목, 본 단원에 관하여, 주요 용어 및 문구, 다음의 작업을 수행할 수 있어야 한다, 본 구성에는 다음의 내용이 포함된다, 아래 내용을 숙지해야 한다

모든 EuroFire 역량 표준의 보조 자료는 훈련을 유연하게 전달하는데 도움을 주기 위해 고안되었다. 보조 자료는 특정 예상 독자에 맞게 수정되거나 변경될 수 있다. 본 단원의 학습 자료를 다른 단원의 보조 자료와 병행하여 사용할 경우 역량에 대한 모든 학습 결과를 다룰 수 있다.

다양한 유럽연합안전지침(European Union Safety Directives)은 EU 각 국가에서 보건 및 안전 특별법으로 제정되었다. 이 법은 작업장에서의 안전 및 보건을 증진시키고 업무와 관련된 사고와 질병을 줄이기 위해 만들어졌다. 소속 지역, 기관 혹은 조직을 위해 필요한 모든 안전 관련 법, 리스크 관리 정책 및 절차를 준수해야 한다.

보완(공동 필수) 학습:

EF2 - 식생화재 진화를 위한 기법과 전술을 활용한다

후속 학습:

EF3 - 식생화재 시 팀 내에서, 그리고 감독관과 의사소통 한다(개발 예정)

EF4 - 식생화재 진화를 위해 도구를 사용한다

EF5 - 펌프를 사용해 식생화재를 진화한다(개발 예정)

EF6 - 식생 착화 기법을 적용한다

학습 목표:

- 식생화재 현장의 위험과 리스크를 평가한다
- 조직의 산불 행동 절차를 준수한다
- 산불현장에서 안전하게 작업한다
- 산불현장에서 작업하고 있는 근무자를 지원한다
- 조직적·법적·환경적 요건에 맞게 적절히 산불 사건에 대응한다

주요 용어 및 문구:

방화선, 직접 진화, 역동적 리스크 평가, 산불 행동, 산불 위험, 산불 강도, 산불 리스크, 산불 지원실(Fire support office), 보관소, 산불 유형, 산불 기상, 화염 길이, 측면, 측면 진화, 연료, 위험, 화두, 화미, 잔불, 간접 진화, LACES, 발화지, 확산 속도, 리스크, 지형, 산불

적용:

기본 리스크 관리

산불이나 처방화입 환경은 잠재적으로 많은 위험을 수반하고 이 중 일부는 사고로 이어질 수도 있다. 리스크 관리의 목적은 사고를 피하고 혹시나 발생할 수 있는 피해를 최소화하는 것이다. 리스크 관리는 단순히 지휘자와 관리자만을 위한 행동이 아닌 모든 사람이 함께해야 하는 행동이다. 모든 사람이 안전에 책임져야 하며 안전 문제에 대한 의사소통은 대원과 감독관 간 양방향으로 이루어져야 한다.

위험(hazard)과 리스크(risk)라는 용어가 혼동되는 경우가 있다. 위험은 피해를 야기할 수 있는 모든 것을 뜻하는 반면 리스크는 사람이 위험에 의해 위해를 입을 수 있는 가능성(높고 낮음으로 표현)으로 위험도를 나타내는 표현과 함께 사용한다.

안전한 작업 관행을 만들기 위해 기관은 리스크 평가 5 단계를 준수하는 것이 바람직하다. 개인도 아래 단계에 참여할 수 있다.

- | | |
|------|-------------------------------|
| 1 단계 | 위험을 파악한다 |
| 2 단계 | 피해를 입을 수 있는 사람과 피해 방법을 파악한다 |
| 3 단계 | 리스크를 평가하고 예방책을 결정한다 |
| 4 단계 | 결과물을 기록하고 이를 실행에 옮긴다 |
| 5 단계 | 본인이 내린 평가를 검토하고 필요한 경우 업데이트한다 |

처방화입이나 산불 진화 활동에 참여하는 인력이 장기간 야외에서 작업을 하는 경우가 있다. 이런 작업을 수행하는 동안 리스크 관리는 지속적이고 역동적으로 이루어져야 한다. 리스크 평가와 통제가 작업 관행에 내재화되어야 안전한 작업이 가능하다. 역동적 리스크 평가라는 개념은 이 프로세스에 도움이 된다.

역동적 리스크 평가:

적극적으로 위험을 파악하고 리스크를 평가하며 리스크를 제거 또는 경감시키기 위해 조치를 취하는 지속적인 프로세스로 모든 것은 급박하게 변하는 재난 환경에서 이루어진다.

직접 적어 보는 방식이든 머릿속으로 그려보는 방식이든 접근방식은 동일해야 한다. 각각의 위험과 관련하여 피해 대상을 명확히 파악하는 것은 최선의 리스크 관리 방법을 파악하는데 도움이 된다.

각각의 위험에 대해 다음 질문을 자문해본다:

- 나는 위험을 모두 제거할 수 있는가?
- 그럴 수 없다면 어떻게 리스크를 통제하여 위험 발생 가능성을 없앨 것인가?

리스크 통제 시 가능하면 아래 순서를 지켜 다음의 원칙을 적용한다:

- 리스크가 좀 더 낮은 옵션을 시도해 본다
- 위험에 접근하지 못하도록 한다
- 위험에 대한 노출을 줄여 업무를 구성한다
- 개인 보호 장비를 사용한다
- 제공된 복지시설을 사용한다

리스크에는 구체적으로 산불과 관련된 위험뿐만 아니라 작업 환경의 일부인 위험도 포함된다. 예를 들어 차량과 관련한 사고는 심각한 위험이다.

사고는 안전하지 않은 환경이나 안전하지 않은 행동의 결과로 발생한다. 안전하지 않은 행동, 인적 요소로 사고가 발생하기도 한다.

산불현장 환경에는 여러 잠재적인 위험이 있기 때문에 첫번째로 던져야 하는 질문은 “내가 왜 현장에 있는가?” 또는 “현장에서 나의 목적은 무엇인가”이다. 계획에 따라 처방화입을 수행하는 작업자인 경우, 질문에 대한 답은 연료 단절 지대(firebreak) 구축이나 거주지 개선일 것이다. 산불 진화 대원인 경우 이에 대한 답은 무언가를 보호하는 것으로 보통 다음의 순서를 따르게 된다:

- 진화대원의 생명을 최우선으로
- 공동체
- 재산
- 천연 자원

우리는 모두 위협을 감지하기 위해 시각, 청각, 촉각, 후각을 사용한다. 하지만 산불현장에는 소음, 연기, 일산화탄소 등 사람의 감각을 오도하거나 혼동시킬 수 있는 인자들이 존재한다. 명확한 위험이나 리스크뿐 아니라 불명확한 위험과 리스크를 통제하기 위해 안전한 작업 관행을 만들고 활용할 필요가 있다.

장기간 극한의 환경에서 작업을 하게 되면 위험을 당연시 여기고 이를 수용하게 된다. 하지만, 작업자들은 안전하지 못한 행위가 큰 위험을 가져올 수 있는 안전하지 못한 환경에서 일을 하고 있다. 절제된 접근방식, 지시사항 준수, 업무 절차, 안전한 작업 관행은 이러한 상황에서 필수적이다. 안전은 모두의 책임이다.

수년간 많은 국가에서 진화대원들이 산불 진화 과정에서 목숨을 잃었다. 이러한 인명 피해의 원인은 비행기 사고에서 산불 행동에 이르기까지 다양하다. 치명적 산불과 그에 준하는 산불의 발생 조건과 관련하여 아래 네 가지 주요 공통분모가 존재한다:

- 상대적으로 소규모 산불 또는 매우 조용한 지역에서의 대형 산불
- 잔디, 관목과 같이 상대적으로 가벼운 연료에서
- 예상치 못한 풍향 또는 풍속의 변화가 나타날 경우
- 산불이 지형적인 조건에 반응하여 정상부로 번지는 경우

이와 같이 힘들 상황을 야기하는 공통 인자를 파악했고, 이러한 유형의 위험과 리스크를 통제하기 위한 안전한 작업 시스템을 개발하였다. LACES, 감시(Watchout), 산불명령 (Fireorders), 18 가지 주의 상황(18 Watch Out Situations) 등 기억을 상기시키는 보조 수단에 특히 주의를 기울여야 한다.

세부 내용은 별첨 A 를 참조한다.

팀내 안전 책임

개인, 감독관, 관리자, 조직 절차 모두 안전에 대한 책임이 있다. 일차적 책임은 개인이 본인, 동료, 팀, 주변인의 안전과 보건을 보살피는 것이다. 작업자가 2 인 1 조로 짝을 지어 근무를 하고, 서로의 안전과 전반적 상황을 점검하는 “버디 시스템 (Buddy System)” 을 활용하는 것이 특히 유용하다.

개인과 감독관, 개인과 팀의 관계는 매우 중요하다. 개인은 아래의 역할을 해야 한다:

- 감독관이 개인 작업자의 근무지를 항상 알고 있도록 한다
- 감독관과 항상 연락을 유지한다
- 담당 작업 및 팀 작업 내용을 숙지한다
- 그외 팀원들의 위치와 작업 내용을 숙지한다
- 해당 지역을 탈출하기 위한 비상 대피 계획을 숙지한다

개인 다음으로 직속 감독관이 안전에 대한 책임을 진다. 감독관과 관계를 구축하는 것은 중요하다. 안전 문제에 대해 개방적인 논의가 가능해지기 때문이다. 개인 진화대원들이 다른 누구보다 먼저 위험 또는 리스크를 볼 수 있는 경우도 있다. 그럴 때는 감독관의 역할을 침해하지 않으면서 안전문제에 대한 정보를 전달할 수 있어야 한다.

일부 기관은 산불현장과 현장 밖에서 전담 안전관리자를 두고 있지만, 안전에 대한 일차적인 책임은 처방화입 시 담당자(Fire Boss)나 산불현장에서의 지휘 책임자(Incident Commander)에게 있다.

안전한 산불 진화를 위해 팀의 일원으로 함께 작업하는 개개인이 중요하다. 지속적인 의사소통은 필수적이다. 모든 사람들은 항상 언어적으로, 시각적으로 또는 무전을 통해 다른 사람들과 의사소통해야한다. 2 인 1 조로 근무하는 “버디 시스템”을 활용해 개인이 항상 동료와 연락이 이루어지도록 해야한다. 야외에서 작업을 하는 경우 작업자들이 점점 떨어져 작업하는 경향이 있는데, 이는 지양해야 한다.

안전에 관한 브리핑은 산불현장에 있는 모든 사람에게 제공되어야 한다. 방화선에 가기 전에 아래의 안전 주의사항을 뽑아 전달해야한다. 안전문제에 대해 명확하지 않은 사항이 있다면 브리핑에서 질문한다.

- 의사소통 및 지휘체계를 이해한다
- 지시사항을 이해하고 준수한다
- 배정된 작업이 본인과 본인이 속한 팀의 역량에 부합하는지 점검한다
- 특히 산불행동과 지형 등의 위험을 파악한다
- 대피로와 안전지대를 파악한다
- 기점의 위치를 파악한다

1. 리스크 관리: 위험 파악 및 통제 조치

상황 인지

재난은 인간의 실수로 발생하기도 한다. 개인은 지속적으로 주변환경을 인지해야 한다. 작업에 몰두하다보면 주변상황을 인지하지 못하기 쉽다. 지속적으로 위험을 점검하고, “위, 아래, 주변 돌아보기”와 같은 간단한 점검을 실시한다.

자연 환경

처방화입과 산불 진화 작업 시 많은 이들이 고려해야 할 첫번째 변화는 이런 작업 활동이 탁 트인지대, 농지, 숲, 또는 방목장에서 이루어진다는 것이다. 산불이 인근 마을, 도시 등 인접지에 다다르면 건물과 인프라도 산불에 연관되게 된다.

따라서 첫 번째 문제는 농산촌 지역에서 안전하게 작업을 할 수 있는 능력이다.

위험	통제 조치
날씨 변화	<ul style="list-style-type: none"> - 시간, 계절, 지형이 현지 날씨 조건에 미치는 영향을 파악한다 - 현지인으로부터 현지 날씨가 미치는 영향에 대한 조언을 얻는다
풍속 또는 풍향 변화로 인한 열악한 작업위치	<ul style="list-style-type: none"> - 불꽃이 치솟는지 감시한다 - 대피로를 점검한다
낮시간대 기온이 상승하고 건조해져 산불 강도가 높아짐	<ul style="list-style-type: none"> - 다른 도구, 기법, 전략이 필요할 수 있다 - 팀 철수 및 재평가가 더 안전한 대안이 될 수 있다
미끄러짐, 걸려 넘어짐, 추락	<ul style="list-style-type: none"> - 발목보호대 및 접지면이 좋은 방염 신발을 착용한다 - 열악한 지형에서는 조심히 걷는다
식생이 짙음, 산불로 시야 확보와 대피가 어려움	<ul style="list-style-type: none"> - 감시를 유지한다 - 대안로를 찾거나 대안로를 관통하는 길을 뚫는다 - 사용하기 간편한 대피로를 확보하도록 한다
본인과 산불 사이에 연소되지 않은 연료	<ul style="list-style-type: none"> - 감시를 유지한다 - 대피로 구축한다
험준하고 열악한 지형	<ul style="list-style-type: none"> - 가능한 어려운 지역은 피하고 산불에 따른 접근방식을 취한다 - 산 위로 향하는 대피로는 피한다 - 장애물을 피하기 위해 대피로를 물색한다
독사 & 벌레 물림	<ul style="list-style-type: none"> - 개인 보호 장비를 착용하고 주의를 살피고 피한다 - 벌레에 물린 경우 압박붕대를 사용하고 움직이지 못하게 한 뒤 즉시 치료를 받는다

<p>떨어진 가지와 나무(고사목이나 산불 피해를 입은 나무)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 주위를 살핀다 - 피한다 - 불안정한 경우 나무 두배 길이만큼의 간격을 유지한다
<p>길을 잃거나 방향을 잃음</p> <ul style="list-style-type: none"> - 익숙하지 않은 길 - 짙은 연기 - 어둠 	<ul style="list-style-type: none"> - 출발하기 전 지도를 구하고 현지인들로부터 해당 지역에 대한 브리핑을 듣는다 - 길을 잃은 경우, 현위치에 머무는 것이 안전하다면 그렇게 한다 - 현지인이나 다른 진화대원에게 연락하여 현위치를 파악한다 - 지도와 지도의 방향 설정을 위해 나침반을 사용하고 지도의 지형지물과 눈에 띄는 지형물을 연결시킨다 - 산불로 인해 위험에 처한 경우 긴급 구조를 요청한다
<p>수인성 병원 (예: 박테리아)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 안전하고 깨끗한 식수를 마신다 - 물을 정수한다
<p>열악한 위생</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 특히 식사 전 또는 물을 마시기 전 개인 위생을 철저히 한다 - 식량 배급 구역 및 캠프 장소에 적절한 복지시설을 구축한다

산불 환경 및 산불 행동

훈련 모듈 EF2 식생화재 진화를 위한 기법과 전술을 활용한다에 나왔듯이 산불 환경은 연소 원칙 삼각형(열, 산소, 연료)과 날씨, 지형, 연료의 조합으로 이루어진다. 산불 행동에 영향을 주는 가장 중요한 요소로는 바람, 경사, 연료, 방위가 있다. 특히 두 개 이상의 요소가 함께 작용하는 경우 이런 근본적인 요소들로 인해 식생화재는 끊임없이 반응하고 변화한다. 두 개 이상의 요소가 상호 강화 효과를 내는 경우 그 요소들이 **조정되었다**고 한다.

산불에 접근할 때, 우선 산불 행동을 평가한다.

- 연소되고 있는 연료와 산불의 부분별(화두, 측면, 화미) 화염 길이를 주시한다.
- 각 부분에서 불을 야기하는 원인을 파악한다. 산불 행동을 부추기는 요소(바람, 경사, 연료 및 방위)가 조정이 되었는가, 조정이 되지 않았는가?
- 앞으로 산불 조정이 더 심한/더 약한 곳으로 이동할 것인가?

이 정보는 개인이 지역 산불 행동을 예측하는데 도움이 되어야 한다.

또한 안전을 위해 산불을 평가해야 한다. 산불의 어떤 부분이 위험하고, 어떤 부분을 피해야 하는지 파악한다.

하단의 그림 1은 피해야 할 주요 위치를 보여주는데 이는 바로 산불의 화두이다. 화염이 작은 경우가 아니라면 불의 앞부분에 있지 않도록 한다. 화염이 작은 경우라도 이 부분에서는 산불 행동이 매우 빠르게 변할 수 있기 때문에 다시 생각해 보는 것이 바람직하다. 작업 시 가장 안전한 부분은 대개 화염이 작은 산불의 측면과 화미이다.

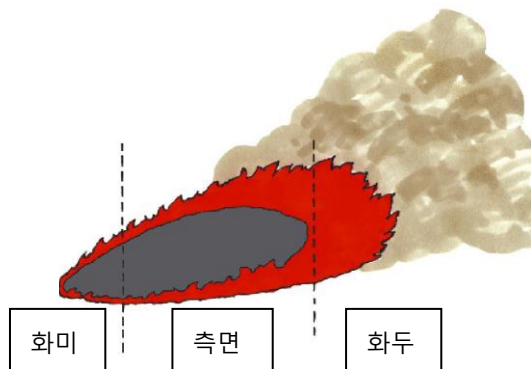


그림 1.1 일반적 산불 형태와 관련 위험

화미	측면	화두
낮은 화염	중간 화염	큰 화염
확산 속도 낮음	확산 속도 중간	확산 속도 빠름
연기 적음	연기 적음	연기 많음
		매우 뜨거운 공기

산불 행동이 더욱 심해지고 화염이 더 커질지, 아니면 행동이 약해지고 화염이 더 줄어들지는 대단히 중요한 문제이다. 이것이 시사하는 바는 첫째, 직접적으로든 감시원과의 의사소통을 통해서든 산불 상황을 계속 인지할 필요가 있다는 것, 둘째, 지금이나 앞으로 5 - 10 분 이내, 수시간 이내, 며칠 이내 산불의 전개 방향을 이해할 필요가 있다는 것이다. 바람, 경사, 연료, 방위 조정의 변화로 인한 산불 행동 변화를 예측하는 것은 매우 중요하다. 산불 행동은 매우 빠르게 변할 수 있고 우리의 생각은 늘 이보다 앞서 있어야 한다.

주요 질문 사항:

- 앞으로 산불 행동이 언제, 어디서 바뀔지
- 앞으로 상황이 악화될지 호전될지
- 현재 본인의 위치가 얼마 동안 안전할지
- 언제 움직여야 할지

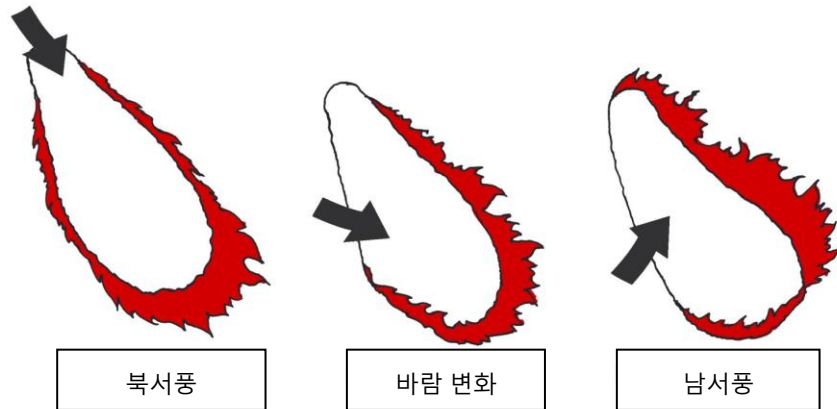


그림 EF 2.1.9. 풍향의 변화가 산불에 미치는 영향

다양한 원인이나 복합적인 이유로 다소 조용하던 산불의 측면이 빠르게 화두로 변할 수 있다:

- 풍향의 변화는 산불 행동 변화의 가장 일반적인 이유로 언덕을 돌아 바람이 부는 경우를 예로 들 수 있다
- 산불이 급경사 바닥에 도달하는 경우
- 산불이 타기 쉬운 가벼운 연료가 많은 지역으로 이동하는 상황
- 산불이 차가운 북향 경사지의 그늘을 벗어나 뜨거운 남향 방위로 이동

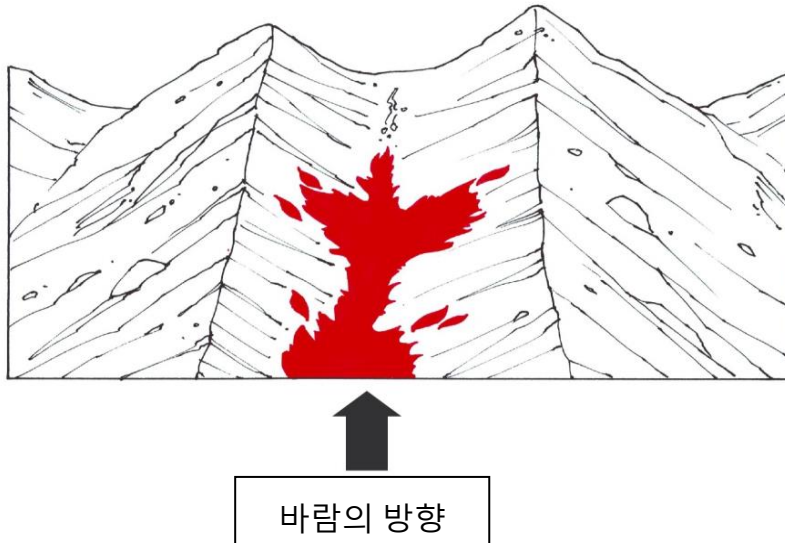


그림 EF 2.3. 굴뚝효과

좁고 경사가 급한 계곡에서 열대류, 경사, 바람이 복합적으로 작용해 극단 산불 행동인 굴뚝효과를 일으켜 매우 빠른 확산 속도와 심한 비화 활동이 나타날 수 있다. 진화대원은 빠르게 커지는 산불과 경사 사이에 갇혀 제때 신속하게 안전한 장소로 이동하지 못할 수도 있다.

산불 환경 평가 시 위험한 조건을 나타내는 많은 자연 요소들이 존재한다. 이에 대한 평가는 “위, 아래, 주변 돌아보기” 절차의 일환으로 지속적으로 이루어져야 한다.

표 1. 위, 아래, 주변 돌아보기 산불행동 지표

산불 환경 요소	지표
연료 특성(평가)	계속해서 불에 타기 쉬운 가벼운 연료 고사목, 쓰러진 나무의 무거운 중량 사다리 연료 빽빽한 수관 간격(<6m) (<20 ft.) 죽은 연료가 높은 비율로 존재
연료 수분(느낌과 측정)	낮은 상대 습도(<25%) 낮은 (10 시간) 연료 함수량(<6%) 가뭄 상태 계절성 건조
연료 온도(느낌과 측정)	고온(>30°C) (>85°F) 직사광선을 받는 연료의 높은 비율(%) 방위 변화와 연료 온도 상승

지형(정찰)	급경사(>50%) 좁은 계곡 말안장 지형(두 봉 사이 움푹 들어간 지형)
바람(관찰)	15km/h (10m/p)이상 지상풍 빠르게 이동하는 높은 구름 갑작스런 고요 강풍이나 풍향이 변하는 바람
안정(관찰)	시계 양호 돌풍 및 회오리바람 적운 수직 상승하는 연기
산불 행동(주시)	비스듬한 연기 기둥 자른듯한 연기 기둥 잘 발달한 연기 기둥 변화하는 연기 기둥 불이 붙은 나무 무염연소 강화 작은 불 소용돌이(산불토네이도) 시작 잦은 비화

산불 행동의 위험 유형과 통제 조치는 하단의 표 2 를 참조한다.

표 2. 산불 행동의 위험 유형과 통제 조치

산불 행동 위험	통제 조치
복사열	- 멀리 떨어진다. 멀리 떨어지면 복사열의 효과는 급감한다 - 필요시 물리적 장벽을 사용한다(통나무, 벽, 배수로). 이는 복사열을 막아준다 - 적절한 개인 보호 장비를 사용한다(신진대사 열 부하 참조)
포위 / 화상	- 산불행동 및 확산을 항상 인지한다 - LACES, Watchout, Fireorders 지침 및 18 가지 경계 상황을 준수하면서 위험한 상황을 피한다
과도한 복사열 노출	- 높은 산불 강도를 피한다. 화두일 가능성이 가장 높다 - 열 발생 근원지로부터 스스로를 보호한다 - 도보 시: <ul style="list-style-type: none"> ● 탐색한 대피로를 사용해서 안전지대로 대피한다 ● 동료를 보살핀다 ● 화염이 작을 경우 "검은지역(연료가 없거나 이미 탄 지역)"을 사용한다 예: 연료가 적은 지역 ● 개인 보호 장비를 사용하고, 생존지역을 확보하고, 배수로, 벽, 통나무 등 보호용으로 사용할 수 있는 것을 찾는다 ● 가능한 몸을 최대한 낮추어 엎드린다

	<ul style="list-style-type: none"> - 차량 이용 시: <ul style="list-style-type: none"> ● 연료와 산불 진행으로부터 떨어진 외부에 주차한다 ● 연료통을 제거한다 ● 높은 곳에 연료가 있는 구역을 정리한다 ● 엔진과 라이트는 켜두고 보호 호스선을 준비한다 ● 창문, 문, 환기구를 닫는다 ● 감독관/본부에 활동과 위치를 알린다 ● 가능한 오래 차량 밖에서 기다린다 ● 너무 온도가 높을 경우 산불에서 멀리 떨어진 쪽의 문을 이용해 차량에 탑승한다 ● 가능한 오래 차량 안에서 대피한다
연기와 일산화탄소	<ul style="list-style-type: none"> - 특히, 장기간 불필요하게 연기 속에서 작업하는 것을 삼간다 - 연기가 짙은 경우 다시 이동한다 - 승인된 개인 보호 장비를 사용한다 예: 제공되는 보호 안경 및 필터 - 일산화탄소 체내 유입을 막기 위해 연기가 없는 지역에서 휴식을 취한다 - 신체 건강을 유지한다 - 장비의 조명등을 켜고 손전등을 사용하여 작업을 안전하게 수행한다
극단 산불 행동: <ul style="list-style-type: none"> - 갑작스런 불 - 비화 수 증가 - 산불이 빠르게 불음 	<ul style="list-style-type: none"> - 날씨, 지형, 연료에 대한 브리핑 - 18 가지 "경계 상황(Watchout Situation)"을 피한다 - 감시를 통한 조기 감지 - 상황을 계속 인지한다 - 동료, 팀, 감독관과 의사소통을 유지한다 - 탐색한 대피로를 사용하여 대피한다 - 적절한 안전지대를 사용한다
특히 잔불 진화 상황에서 손, 발, 발목 화상	<ul style="list-style-type: none"> - 가죽 장갑 착용 - 손등으로 열을 감지한다 - 보급받은 적합한 신발 - 불탄 나무그루터기, 뜨거운 숯불, 불씨와의 접촉을 피한다
산불에 포위 <ul style="list-style-type: none"> - 진화선 끝 주변 - 재발화 - 비화 	<ul style="list-style-type: none"> - 안전한 기점에서 시작하도록 한다 - 진화선 구축 시 무기질 토양까지 파서 무염연소 산불이나 천천히 이동하는 산불이 이를 넘지 못하도록 한다 - 본인의 현 위치에서 뒷바람으로 재발화가 일어나는지 감시를 유지한다 - 산불이 진화선을 넘어가는지 주시하기 위해 감시를 유지한다. 감시원은 외곽선 바깥을 감시해 비화가 일어나는지 살펴야 한다

장비 및 차량 위험

산불이 유일한 위험은 아니다. 상황 인지에는 기타 위험도 포함되어야 한다. 여기에는 전체 산불 관리의 일환으로 사용되는 장비와 차량으로 인한 위험도 포함된다.

동력을 사용하는 장비 및 차량을 사용하기 위해 전문가의 기술이 필요한 경우가 많다. 각 기관과 국가는 이러한 기술과 훈련, 자격증을 갖춘 관련 인력 확보를 위한 독자적인 방법을 갖추게 될 것이다. 개인 보호 장비 각각에 대한 적합성 평가도 이루어져야 한다. 예를 들어 트랙터나 불도저 작업자는 다른 장비에 더해 청력보호 장비를 필요로 할 수도 있다.

특별 훈련을 받지 않은 개인의 경우 위험을 피하는 것이 리스크를 최소화하는 중요한 통제 방법이다. 각 장비 별 주요 위험 사항은 하단의 표 3에 나와있다.

표 3. 장비 및 차량 위험과 통제 방법

장비 / 차량 위험	통제 방법
도구	<ul style="list-style-type: none"> - 도구의 절삭면은 날카롭게 핸들은 부드럽게 유지한다 - 3m 간격을 유지한다 - 걸을 때 도구를 지면과 평행하게 허리 높이에 들고 절삭면이 앞을 향하게 든다
브러시커터	<ul style="list-style-type: none"> - 3m 간격을 유지한다 - 작업자를 위한 특수 개인 보호 장비와 훈련이 필요하다
기계톱	<ul style="list-style-type: none"> - 작동중인 기계톱에서 적어도 나무 높이 두배 만큼 떨어져 있도록 한다 - 작업자를 위한 특수 개인 보호 장비와 훈련이 필요하다
포소화약제 원액 & 지연제	<ul style="list-style-type: none"> - 눈에 튀거나 피부에 닿지 않도록 한다 - 개인 보호 장비(보호 안경과 장갑)를 착용한다 - 피부에 닿았을 경우 즉시 씻어낸다
호스 선	<ul style="list-style-type: none"> - 물이 나올 때까지 화염을 피한다 - 작동자가 균형을 잃을 정도로 과도한 압력 상승(제트 반동)을 피한다
차량	<ul style="list-style-type: none"> - 공격적이지 않게 방어적으로 운전한다 - 헤드라이트를 사용한다 - 현장을 즉시 떠날 수 있도록 준비를 마친채 산불로부터 떨어진 곳에 주차한다
도구를 갖춘 트랙터	<ul style="list-style-type: none"> - 트랙터 길이보다 더 길게 확장시킬 수 있는 작업용 부품은 피한다 - 커터 뒤 파편이 튀는 곳은 피한다
불도저	<ul style="list-style-type: none"> - 안전거리를 유지한다(최소 나무 높이의 두배)

	<ul style="list-style-type: none"> - 중장비가 해당 지역에서 사용 중인 경우 감시를 유지한다 - 운전자의 승인이 있을 때만 접근한다 - 비탈길에서는 기계를 사용하지 않는다
헬기(특히 회전익 헬기), 비행기	<ul style="list-style-type: none"> - 항상 조종사의 지시를 따른다 - 특수 안전 교육이 필요하다 - 이착륙지점에서 떨어져 있다
살수	<ul style="list-style-type: none"> - 목표 대상지에서부터 약간 간격을 두고 떨어져 있다 - 목표 대상지에 갇힌 경우, 헬기/비행기 방향으로 얼굴을 숙인채 도구를 몸에서 떨어뜨려 지면에 대고 잡고 있다
먼지	<ul style="list-style-type: none"> - 과도한 먼지를 피한다 - 눈과 기도를 보호하기 위해 보호 안경, 마스크나 의복을 착용한다
소음	<ul style="list-style-type: none"> - 과도한 소음이 있는 장소를 피한다 - 제공된 청력 보호 장비를 사용한다

위험이 될 수 있는 장비와 차량의 범위는 아래 그림 1.2 에 나와있다:

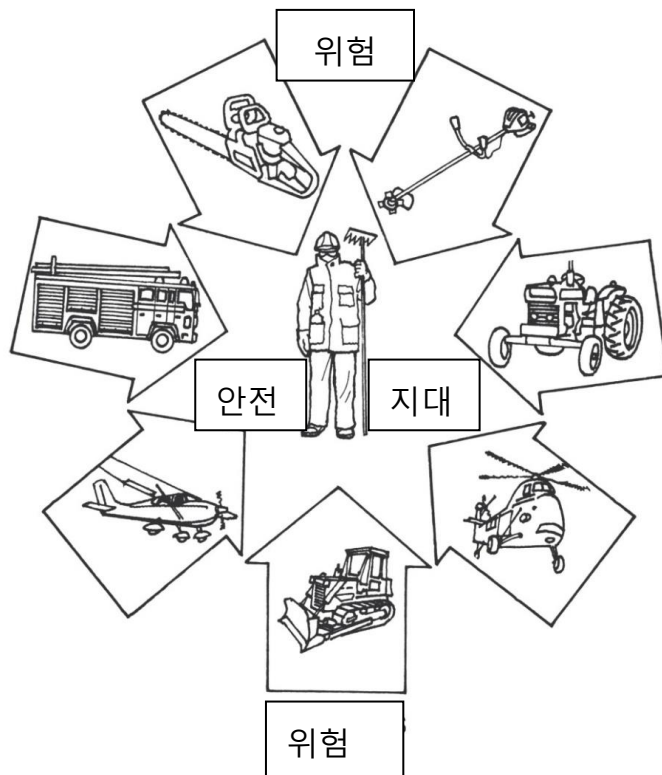


그림 1.2

작업상의 위험

작업 시 상황에 대한 인지를 유지해야 한다. 한 순간 안전해 보이는 상황일지라도 산불 행동의 변화나 지상 근무 팀의 위치 변화로 인해 다음 순간에는 안전하지 않을 수 있다.

인적 요소로 사고가 발생하는 것을 막기 위해 작업 관행에 구체적인 통제 조치를 추가로 마련해야 할 수 있다.

표 4: 작업상의 위험 및 통제 조치

작업상의 위험	통제 조치
신진대사 열 부하(강한 작업 강도로 인한 체내 열)	<ul style="list-style-type: none"> - 적절한 개인 보호 장비를 사용한다. 예: 방염처리 된 면과 무겁지 않은 방호키트 - 감독 하에 휴식을 취한다 - 교대 작업을 하고 과부하를 분담한다 - 수분을 충분히 섭취한다 - 신체 건강을 유지한다
탈수	<ul style="list-style-type: none"> - 안전하고 깨끗한 식수를 많이 마신다 (최소 시간당 1 리터)
다음과 같은 복합적인 이유로 발생한 열과 관련된 질병: <ul style="list-style-type: none"> - 높은 작업 강도로 인한 높은 체온 - 높은 공기 온도 - 복사열 	<ul style="list-style-type: none"> - 작업 시작 전 수분을 공급한다 - 작업 속도를 조절·분담하고 휴식을 취한다 - 적절한 개인 보호 장비를 사용한다 - 복사열 노출을 줄인다 - 옷을 헐겁게 한다 - 수시로 물을 마신다
언덕에 있는 산불 위에 위치 <ul style="list-style-type: none"> - 연기, 열, 빠른 산불 확산 속도, 비화 	<ul style="list-style-type: none"> - 산불이 올라가는 방향에 있는 지점을 피한다 - LACES 를 적용한다
언덕에 있는 산불 아래 위치 <ul style="list-style-type: none"> - 돌, 언덕 아래로 굴러가는 연소 중인 나무로 본인의 위치 아래 비화 발생 	<ul style="list-style-type: none"> - 아래에서 불이 붙는지, 굴러 떨어지는 물체가 있는지 계속 감시한다 - 굴러 떨어지는 물체를 잡기 위해 견고한 진화선을 적절히 구축한다
원활하지 않은 의사소통: <ul style="list-style-type: none"> - 작업/지시 이해 불가 - 의사소통 라인 통화 중/연결 불가 - 모든 이들에게 정보가 전달되지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> - 동료, 팀, 감독관과 의사소통 한다 - 작업과 질문을 이해하고 분명히 한다 - 의사소통 계획(채널/주파수)을 이해한다 - 무전을 유지하고 배터리를 충분히 충전한다 - 혼자 고립되어 작업하지 않는다
인적 요소: <ul style="list-style-type: none"> - 의료 상황 - 역량 - 스트레스 	<ul style="list-style-type: none"> - 본인의 업무 성과에 영향을 줄수 있는 의료 또는 신체적 조건을 감독관에게 보고한다 - 신체 건강을 유지한다 - 훈련 및 준비

	- 본인의 역량에 부합하지 않는 작업에 대해서는 감독관에게 이를 알리고 동료/팀의 지원을 받는다
연기가 많고 스트레스를 받는 환경에서 장기간 힘든 작업을 하면서 발생한 피로: - 단기 - 장기	- 본인에게 맞는 속도로 조절한다(에너지 보존) - 팀 내에서 교대 작업을 하고 업무를 분담한다 - 감독하에 휴식을 취하고 인지와 감시를 유지한다 - 규칙적으로 휴식을 취하고 수분과 음식을 섭취한다 - 잠을 충분히 잔다 - 운전을 하지 않는다
무거운 물건을 들어올리면서 발생한 부상	- 수동 처리 교육 - 신체 건강 - 팀 내 업무 분담

2. 리스크 관리: 리스크 평가와 통제 조치 시행

앞서 리스크 평가 5 단계를 기술했다.

- | | |
|------|-------------------------------|
| 1 단계 | 위험을 파악한다 |
| 2 단계 | 피해를 입을 수 있는 사람과 피해 방법을 파악한다 |
| 3 단계 | 리스크를 평가하고 예방책을 결정한다 |
| 4 단계 | 결과물을 기록하고 이를 실행에 옮긴다 |
| 5 단계 | 본인이 내린 평가를 검토하고 필요한 경우 업데이트한다 |

처음 두 단계를 마치고 나면 리스크 레벨을 정립하기 위한 다양한 절차를 활용한다. 구체적인 리스크 평가 절차를 마련해두는 기관도 있기 때문에 기관의 절차를 따르는 것이 중요하다. 그 외에 간단한 리스크 평가 프로세스의 예시는 다음과 같다:

각 위험에 대해:

1. 발생 가능성을 파악한다: 낮음, 중간, 높음
2. 영향의 심각도를 정립한다: 낮음, 중간, 높음

그 후 리스크 낮음, 중간, 높음으로 가능성과 심각도를 합한다. 아래 몇가지 예시가 나와있다.

- 가능성 높음과 심각도 높음인 경우 즉각적인 주의가 필요한 높은 리스크가 발생한다
- 가능성 낮음과 심각도 중간의 경우 중간 리스크가 발생할 수 있다
- 가능성 낮음과 심각도 낮음의 경우는 낮은 리스크가 발생할 수 있다

이러한 절차를 통해 해결해야 할 리스크의 우선순위를 즉시 설정할 수 있다.

그 다음, 주의사항 또는 통제 조치를 적용하고 리스크를 재평가한다. 리스크가 수용 가능한 수준이면 해당 작업을 진행시킨다. 그렇지 않다면, 좀 더 안전한 접근방식이 파악될 때까지 해당 작업은 수행할 수 없다.

이 프로세스를 기술하는 또 다른 방법은 역동적 리스크 평가 절차에 적합할 수도 있으며 그 방법은 아래와 같다:

- 1 단계 정보 수집
- 2 단계 리스크 평가
- 3 단계 리스크 통제
- 4 단계 결정 요건
- 5 단계 평가

실제 사용되는 절차는 해당 시기에 관할권을 가지고 있는 기관에서 결정해야 한다. 작업 지역에 적용되는 법과도 유관해야 한다.

도구, 전술, 산불 행동

화염 길이는 산불 강도를 대신 보여주기도 한다. 그렇기 때문에 각기 다른 화염 길이에 사용하기에 알맞은 도구와 전술을 이해하고 있는 것은 리스크를 줄이는 방법이기도 하다. 표 5 를 참고한다:

표 5. 도구, 전술, 산불 행동

화염 길이(m)	의미
0 – 0.5	불이 일반적으로 자가 소멸된다
0.5 – 1.5	산불 강도가 낮다 산불 진화를 위해 직접 진화 시 도구를 사용할 수 있다
1.5 – 2.5	도구를 이용해 직접 진화를 하기에는 산불 강도가 너무 높다 펌프나 불도저 사용이 필요할 수 있다 측면/평행 진화를 권장한다
2.5 – 3.5	방화선에서 직접 진화를 하기에는 산불 강도가 너무 높다 헬기 및 고정익 항공기를 통한 살수가 필요할 수 있다 현장의 화염 길이에 따라 측면/평행 진화를 사용한다
3.5 – 8	강도 매우 높음 맞불을 통해 화두의 화염과 열기를 감소시켜 불길을 잡을 수 있다 현장의 화염 길이에 따라 측면/평행/간접 진화를 권장한다
8 +	극단 산불 행동 방어적 전략을 권장한다

각기 다른 화염 길이의 중요성을 인지하고 적절한 도구와 전술을 적용하는 것은 안전과 관련된 문제이다. 이 방법을 통해 불 안에 갇히거나 복사열에 노출되는 위험을 줄일 수 있다. 복사열은 직선으로 움직이고 거리가 멀어지면 크게 줄어들기 때문에 불에서 멀리 떨어져 작업하는 것이 더욱 안전한 경우가 많다. 또한 화염이 클 수록 작업자는 불로부터 더 멀리 떨어져야 한다.

개인 보호 장비(PPE)

EU에서는 작업자들에게 위험이 되는 리스크에 대비해 고용주가 적절한 개인 보호 장비를 제공할 것을 법적 요건으로 규정하고 있다. 모든 팀원은 개인 보호 장비를 적절하게 갖춰야 한다. 적절하고 안전하게 의복을 착용하지 않는 한 그 누구도 산불 현장에 참여할 수 없다.

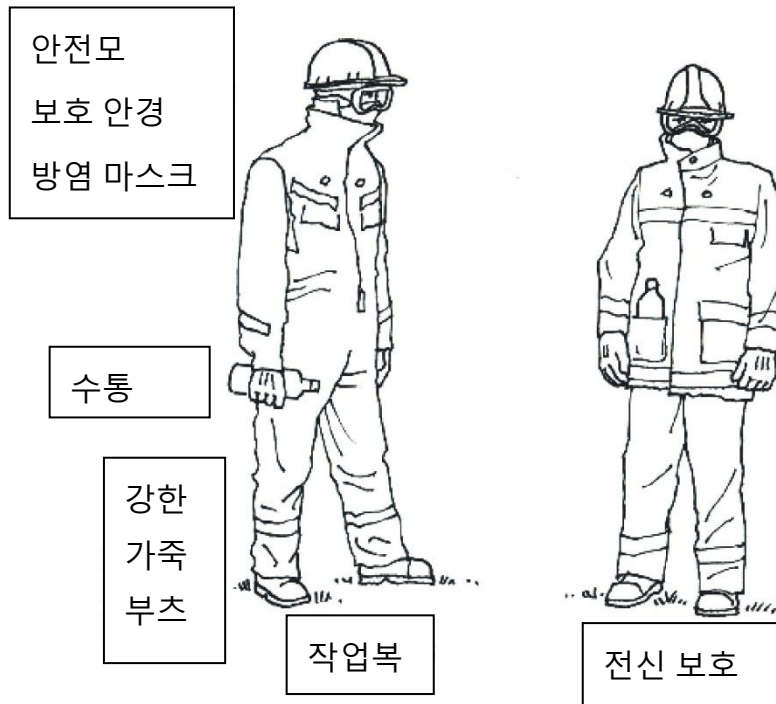


그림 2.1. 개인 보호 장비

개인 보호 장비는 다음으로부터 개인을 보호할 수 있어야 한다:

- 신체 부상 - 굽힘, 찰과상, 직접 화상
- 복사열에 노출
- 신진대사열 축적

보호 유형 간의 균형을 맞춰야 한다. 가령 완전 방염 작업복은 직접적인 열과 화상에 대한 보호 기능은 우수하지만 체내 열이 외부로 나가지 못해 열스트레스를 빠르게 발생시킬 수 있다. 눈/귀를 보호하기 위한 추가 개인 보호 장비는 필요 시 제공되어야 한다.

극단적인 경우 반바지와 러닝셔츠로 대사 열이 축적되는 것을 최소화할 수 있지만 이 경우 화상과 찰과상의 위험이 있다.

권장 의복

진화용 의복에는 다음이 포함되어야 한다:

- 안전모와 목을 보호할 수 있는 천(복사열로부터도 보호)
- 소매가 있는 두꺼운 셔츠와 두꺼운 소재의 긴바지 또는 방염 작업복
- 가죽이나 그에 상응하는 부츠와 울 양말
- 울 내의 또는 면 내의
- 바지 다리 부분과 셔츠 또는 작업복 소매 부분과 목 부분은 열려있어야 한다. 그래야 공기가 순환되고 땀이 증발해 체내 열이 위험 수준으로 축적될 리스크가 줄어든다.

원단

울, 내화 면이나 특정 방염 소재는 진화대원 의복용으로 가장 적합하다.

대부분의 합성 섬유는 체내 열을 외부로 배출시키지 못하며, 열에 노출되었을 경우 불이 붙거나 녹을 수 있다.

소재의 두께는 신체로 전달되는 복사열의 양을 줄이는 데 중요한 요소이다. 의복의 레이어와 레이어 간 에어 포켓 (air pocket)은 이와 유사한 장벽을 만들어준다.

울처럼 성글게 엮은 원단은 복사열 차단 기능이 뛰어나고 체내 열을 환기시켜준다.

데님처럼 촘촘하게 엮은 원단은 마모에 강하지만 복사열 차단 기능과 체내 열을 환기시키는 기능은 약하다.

추가 장비도 고려해야 한다:

- 소음이 많은 환경에서 작업을 하는 경우(예: 펌프, 전기장비, 중장비, 비행기 근처) 청력 보호 장비가 필요하다
- 방진용 보호 안경과 방진 마스크를 착용하면 잔물결리 작업과 같이 연기, 재, 먼지가 많은 환경에서 작업 할 때 불편함을 줄일 수 있다
- 도구를 활용한 작업 및 잔물 진화 시 장갑이 필요할 수 있다

주의: 손등과 손바닥은 열을 감지하는데 중요하다.

- 진화대원은 손등 또는 손바닥에서 느껴지는 온도가 너무 높을 경우 즉시 후퇴한다
- 손등 및 손바닥을 감싸면 진화대원에게 중요한 감각이 떨어질 수 있다
- 온도가 낮은 환경(예: 고지대 또는 야간)에서 작업하는 경우 따뜻한 의복이 추가적으로 필요할 수 있다 (예: 울로 된 벙커 코트, 방한모, 장갑)
- 특히, 진화대원이 외곽 지역에서 근무하는 경우 생물학적 병원균을 피하기 위해 정수된 생수 제공을 고려해야 한다

- 상당 기간 외곽 지역에서 근무할 가능성이 있는 작업자를 위해 여분의 의복과 높은 에너지를 내는 식량을 담은 작은 백팩 제공을 고려해야 한다
- 개인 보호 장비를 위해 키트 가방이 필요할 수 있다

다음의 의복은 권장하지 않는다:

- 나일론이나 방염 기능이 없는 합성 의복
- 반바지와 반팔 셔츠
- 언더레이어가 없는 단순 면 작업복
- 땀을 흡수하고 땀의 증발을 저해하는 몸에 꼭 끼는 의복
- 정상적인 신체 움직임을 제한하는 의복
- 대사열을 증가시키는 의복

적합한 보호 수준

착용한 보호장비 수준과 노출 수준의 균형을 맞춰 진화대원이 안전하고 효과적으로 작업할 수 있게 한다.

복사열이 과도한 수준인 경우 안전 거리까지 후퇴한다

보호 의복을 더 많이 입으면 대사 열이 지나치게 높아질 수 있고, 작업자는 더 큰 위험에 노출 될 수 있다

- 화염으로부터 거리를 두고 떨어질수록 복사열의 영향은 줄어든다
- 작업 교대와 규칙적인 휴식을 하며 열을 식히면 대사열 축적을 줄일 수 있다
- 산불 현장에서 잠재적인 위험은 조직적 화재 진화와는 차이가 있으며, 적절한 개인 보호 장비만 사용한다

신체건강

작업자가 적절한 신체건강을 유지하면 다양한 위험으로 인한 리스크는 줄어든다. 요구되는 신체건강의 수준은 고용 기관이 판단한다. 그러나 도구로 진화선을 구축하는 것은 힘든 신체작업이고, 험한 언덕 지형에서 작업이 이루어질 수도 있기 때문에 일반적으로 높은 수준의 신체건강이 요구된다.

또한 신체건강 수준은 연기, 일산화탄소, 스트레스, 열 관련 질환 등 기타 산불 관련 위험에 대처하는 개인의 역량에도 영향을 준다. 신체 건강한 작업자는 무거운 물건을 들어올릴 때 피로나 부상을 겪을 가능성이 더 낮다.

빠르게 진행되는 산불에서 안전지대로 대피하는 능력도 신체건강과 관련이 있다.

포위 / 전신 화상 위험 상황에서의 생존 조치

포위되거나 전신 화상을 피하기 위한 모든 조치가 실패하고 안전지대로의 탈출이 불가능한 경우 사용할 수 있는 긴급 생존 조치가 있다. 이러한 조치는 **최후의 수단으로만 사용되어야 한다.**

포위되거나 전신 화상을 입을 수 있는 상황에서 복사열은 가장 큰 위협이 된다. 복사열은 직선으로 이동한다. 작업자가 노출되어 있는 산불 강도는 지면과 가깝지 않다. 지면 가까이에서 신선한 공기가 있는 좁은 지역(pocket)을 찾을 수 있다.

그러므로 가능한 낮은 지대에 장벽 뒤, 연료가 없는 피신처를 찾아야 한다. 기도와 노출된 피부도 최대한 보호해야 한다. 도랑, 쓰러진 큰 나무 몸통 뒤쪽, 적절한 깊이의 물 같은 곳이 적합하다. 생존 위치에 들어간 후에는 열에 대한 노출을 최소화하기 위해 산불이 완전히 사라질 때까지 그 위치에 머물러야 한다.

도보 또는 차량으로 이동하는 개인 작업자가 산불로 직접 위협을 받는 상황에서의 긴급 생존 조치는 다음과 같다:

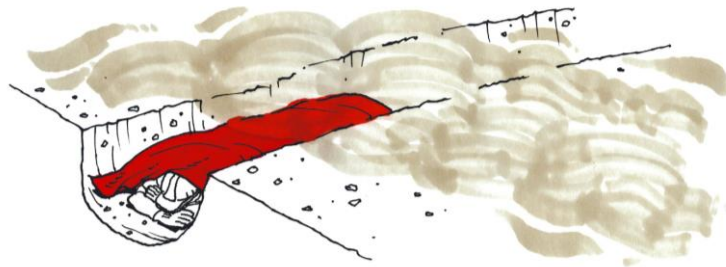


그림 2.2. 도보 이동 시 개인 안전 - 긴급 상황



그림 2.3. 차량 탑승 중 개인 안전 - 긴급 상황

3. 응급처치 인지

EU 법에서는 직원의 응급처치 필요성을 판단하고 효율적인 응급처치 제공하는 것을 고용주의 의무로 규정하고 있다.

이용 가능한 시설 및 재료를 사용하여 부상이나 갑작스러운 질병에 대한 처치 원칙을 적용하는 것을 응급처치라고 한다. 이는 자격을 갖춘 전문 의료진이 추가적인 진료와 치료를 하기 전까지 부상자나 환자에게 사용될 수 있는 승인된 방법이다.

응급처치는 다음의 목적을 위해 부상자에게 적용된다:

- 생명 보존
- 상황 악화 방지
- 회복 촉진

농산촌 지역에서 산불 진화 시 응급처치가 필요한 사고와 질병이 발생할 수 있다. 공인된 응급 처치 기관에서 현재 인증하는 수준까지의 응급처치 기술과 훈련이 필수적이다.

부상자 관리 시, 다음의 작업을 수행해야 한다:

- 상황 평가
- 부상 원인 파악
- 즉시 응급처치 제공
- 필요시 추가 치료 조율

농산촌 지역 산불 진화 시 필요할 수 있는 특정 응급처치는 다음과 같다:

- 현장 평가
- 환자 평가
- 소생술

다음에 대한 치료도 필요할 수 있다

화상	출혈	눈에 이물질
골절	일사병	열사병
저체온	연기 흡입	연부조직 부상

산불 현장에서 발생한 모든 부상에 대하여 치료가 이루어져야 한다.

- 아픈 진화 대원은 산불 현장에서 이송되어야 한다
- 산불 관리 담당 부서는 모든 부상 또는 진화 대원이 산불 현장에서 부상당한 상황에 대해 알고 있어야 한다
- 무전을 통해 부상자의 성명을 알려서는 안된다

상기 다수 의료상황은 일반적 응급처치 교육에서 다루어진다. 산불 관리에 참여하는 대원에 대해 좀 더 전문성이 필요한 사례는 아래 기술하고 있다. 이러한 상황은 뜨거운 공기 온도, 복사열에 대한 노출, 특히 힘든 작업으로 인한 체내 열 등이 복합적으로 작용해 발생한다.

열 질환

열 질환은 열 스트레스, 일사병, 열사병 3 단계로 이루어져 있다. 이는 진화대원에게 영향을 주는 가장 일반적인 문제로 신체적 안녕뿐만 아니라 업무 수행 시 판단력과 역량에도 영향을 미친다.

- 산불현장에서 열스트레스 신호를 예의 주시하고 초기에 치료한다
- 열에 영향을 받은 사람의 열을 식히는 것이 최우선이다

열 스트레스(1 단계)

감지되지 않거나 치료되지 않은 열 스트레스는 진화대원의 업무 작업 효율을 급격히 떨어뜨린다.

신체는 혈액순환과 땀을 통해 체온을 조절한다. 심장 박동수가 증가하고 피부 근처까지 혈액을 공급하고(얼굴이 붉어짐) 몸에서는 땀이 난다. 땀은 신체로부터 열을 끌어당기며 증발한다(증발을 하기 위해서는 열이 필요). 그래서 신체 온도는 내려가게 된다.

같은 열 스트레스라도 사람마다 반응 방식이 다른 이유는 열을 조절하는 능력이 사람마다 다르기 때문이다.

신체 건강한 진화대원은 일반적으로 열 스트레스를 잘 견딘다.

진화대원은 열 스트레스에 대한 경고 신호를 예의 주시해야 한다.

열 스트레스는 다음을 통해 인지할 수 있다:

- 안면 홍조
- 피로감
- 땀
- 현기증
- 쇠약감
- 메스꺼움

열 스트레스를 초기에 인지하고 적절한 조치를 취한 경우 신속한 회복이 가능하다.

- 열 스트레스를 인지하지 못한 경우 진화대원의 상태는 일사병 단계로 진입하게 된다
- 옷을 느슨하게 풀고 물로 열을 식히고 부채질을 해 땀을 증발시켜 체온을 떨어뜨린다

일사병(2 단계)

열 스트레스를 치료하지 않고 힘든 작업을 계속하는 경우 열피로로 악화될 수 있다.

뇌에서 체내 열이 높아졌다고 인지하면 뇌는 신체 기능을 둔화시키며 증상 변화가 나타난다.

환자의 증상은 다음과 같다:

- 약한 맥박(혈압이 낮아짐)
- 피부가 축축함(땀)
- 얇은 호흡(호흡수 증가)
- 창백한 얼굴(낮은 혈압이 원인)
- 느린 반응

해당 환자의 건강이 좋지 않은 상태이므로 산불현장에서 이동시켜 휴식을 취하게 해 회복시키고 치료를 받게 한다. 옷을 풀고 물을 주어 체온을 낮추고 부채질을 하여 땀을 증발시켜 체온을 떨어뜨린다.

열사병(3 단계)

일사병을 파악하지 못하고 치료를 받지 못하면 환자의 상태는 열사병으로 넘어가게 된다.

조절시스템은 더 이상 신체 과열에 대응할 수 없게 되고 뇌도 영향을 받아 신체에 체온을 떨어뜨리라는 지시를 멈춘다.

신체 조절 시스템이 제기능을 하지 못하고 다음의 증상이 발생한다:

- 빠르고 강한 맥박(심장 박동수 증가)
- 뜨겁고 건조한 피부(탈수 - 땀 배출 없음)
- 높은 체온(체열 조절 불가)
- 안면 홍조(혈액 순환 및 체온 증가)
- 두통 및 현기증
- 환자는 과민반응을 보이고 혼란스러워하며 무기력해지고 의식을 잃기도 한다

긴급 치료가 필수적이다

- 환자의 몸이 뜨겁고 건조하며 심각한 상태이다
- 초기 처치로 옷을 느슨하게 풀고 물로 열을 식히고 부채질을 하여 땀을 증발시켜 체온을 낮춘다
- 긴급 의료 지원이 필요하다
- 신체 온도를 즉각 낮춰야 하기 때문에 치료를 시작하기 전에 대피를 시도해서는 안된다

화상

화상은 그 깊이, 크기, 심각도가 다양하고, 피부뿐만 아니라 내부 조직을 손상시킬 수 있다.

화상은 열 발생원과의 직접 접촉하거나 복사열에의 노출로 발생할 수 있다. 화상 후 즉각적인 위험은 피부와 조직 내 화상 지속이나 쇼크를 들 수 있다.

화상을 입은 부위는 즉각 온도를 낮춰 열을 식혀야 하며, 환자가 쇼크 영향을 받고 있는지 모니터링 해야 한다.

- 진화대원은 승인 받은 개인 보호 장비(PPE)를 착용해야 한다
- 모든 화상의 경우 최소 10 분동안 물로 열을 식히는 조치가 필요하며 치료를 받아야 한다

탈수

체온을 떨어뜨리는 것은 땀을 흘리는 것과 관련이 있다.

사람마다 열 조절 능력이 다르기 때문에 동일한 탈수에 대해서도 다른 반응을 보인다.

신체 건강한 진화대원은 일반적으로 열 스트레스를 잘 견딘다.

땀을 통해 배출된 수분이 규칙적으로 대체되지 않으면 탈수가 발생한다. 산불현장에서 작업하는 경우 이 중요성은 더욱 명확해진다.

- 규칙적으로 물을 마신다 - 탈수를 예방하기 위해 필요한 양 이상으로 계속 물을 마신다. 그렇지 않으면 체내 열이 과도하게 높아지고 열 관련 질병이 발생하게 된다
- 극심한 산불 위험이 있는 날에는 호출에 대비해 물을 많이 마셔둔다
- 갈증을 **예방하기** 위해 물을 마신다

갈증은 신체가 물을 얼마나 필요로 하는지를 보여주는 진짜 지표가 아니다 - 탈수가 시작되는 시점과 물이 필요하다고 느끼는 시점 사이에는 시간 차이가 존재한다.

- 우리가 깨닫기도 전에 탈수의 영향에 시달리기 시작할 수 있다
우리가 언제 땀을 흘리고 있는지 알 수 있기 때문에 이를 신체가 적절한 수분을 필요로 한다는 것을 알려주는 지표로 사용한다

산불현장에서는 **자주** 수분을 공급해주어야 한다.

- 15 분마다 최대 150 - 200ml 의 물이 필요할 수 있다(개인별 대사에 따라 상이)
- 도구를 사용하는 경우, 필요 수분량을 15 분마다 최대 300ml 로 높여야 할 수도 있다
- 물로 수분을 다시 보충한다.

별첨 A. 안전 절차

잠재적으로 위험한 상황에 대비한 주요 안전 대응책 중 하나는 LACES 절차를 작업 관행에 내재화시키는 것이다. LACES의 의미는 다음과 같다:

감시원(Lookout) 진화선, 산불, 작업 중인 팀을 볼 수 있는 곳에 **감시원**을 둔다. 감시원은 숙련된 인력이어야 하고 산불 진행상황 및 잠재적 변화에 대한 최신 정보를 계속해서 팀에 전달해야 하며 위험한 산불 상황을 인지하고 예측할 수 있어야 한다.

인지(Awareness) 산불 및 기타 활동과 관련하여 무슨 일이 발생하고 있는지 항상 **인지**하고 있어야 한다. 산불이 다양한 경사, 방위, 연료와 관련이 있는 경우 날씨 변화를 인지하고 있어야 한다. 기계 및 장비 주변의 위험지역을 인지하고 있어야 한다. 동료와 팀원들의 상황을 인지하고 있어야 한다.

의사소통(Communication) 구두, 수신호, 무전기를 이용하여 팀원, 감독관, 현장 지휘자간 **의사소통**을 하는 것이 중요하다. 무전기가 고장나거나 청취범위 밖에 있을 경우를 대비해 대안을 세우고 사용할 무전기 주파수를 점검한다. 진화선에서는 소음이 매우 심할 수 있다. 특히 힘든 상황에서는 인력간 거리를 좁혀 팀원간 의사소통이 원활하도록 해야 한다.

대피로(Escape route) 작업 시작 전 **대피로** 두 개를 계획하고 물색한다. 도보로 대피하는데 걸리는 시간을 측정한다. 확산 속도를 평가하고 걸어서 안전지대로 이동할 수 있는 충분한 시간을 확보한다. 진화선을 떠나 안전지대로 이동을 시작하는 시작점을 계산한다. 늦지 않게 일찍 경고한다. 대피로에서 언덕길은 피해야 한다. 진화선에 있는 모든 사람들은 해당 계획과 각자 할 일을 알고 있어야 한다. 대피를 시작해야 하는 시작점이 언제인지 모두가 알고 있어야 한다. 밤낮 구분 없이 접근 가능하도록 대피로를 표시한다.

안전지대(Safety zones) 필요시 **안전지대**를 파악·평가하고 준비한다. 대피소(fire shelter) 없이도 생존할 수 있도록 안전지대는 커야 한다. 산불로 이미 타버린 지역을 활용하고 “검은지역(연료가 없거나 이미 탄 지역)에 인접한 채” 작업을 계획할 수 있다. 바람이 불지 않는 경사지, 바위가 많은 지역, 연료량이 적은 지역, 호수와 연못, 숲에서 최근 벌채된 구역, 도로, 헬기 착륙지 등 자연적 특징을 활용한다. 산불 위치와 산불 확산이 이 지역으로 이동할 수 있다는 것을 유념하여 이 지역의 식생을 가능한 많이 제거한다.

안전지대의 수용 가능한 크기와 위치를 계산할 때 산불 행동을 고려한다. 바람이 없는 평지에서 개인 작업자와 산불의 최소 이격거리는 화염길이의 4 배이다. 안전지대 둘레 전체에서 최소 거리를 유지해야 한다. 해당 지역이 오르막 비탈이거나 산불과 바람이 부는 반대방향인 경우, 또는 무거운 연료가 있는 지역인 경우 안전지대의 크기는 더욱 커야 한다. 경사가 있고 좁은 계곡이나, 대피로를 오르막으로 만들어야 하는 지역은 피한다.

긴급상황에서 대피로에 있는 경우 필수가 아닌 모든 장비는 버린다. 꼭 가지고 있어야 하는 필수 장비는 도구, 물, 무전기, 산불대피소(제공된 경우)이다. 자세를 가능한 낮게 유지하고 기도와 외부로 노출된 피부를 보호한다.

안전지대의 적절한 크기는 화염 길이에 따라 달라지는데 이는 복사열이 소멸되는 충분한 거리를 제공하기 위함이다. 바람이나 경사의 영향으로 산불의 열기둥이 안전지대를 향하는 경우 이격거리는 더욱 커진다. 다음의 표 5 는 바람과 경사의 영향이 없는 상태에서 최소 거리를 보여준다.

표 5: 화염 길이와 안전지대 크기

화염 길이 (m)	이격거리 (m)
3	12
5	20
10	40
15	60
20	80
30	120
60	240

그 외 표준 안전 절차의 예시는 다음과 같다:

“경계(Watchout) – 호주”

W	날씨가 산불 행동을 좌우하기 때문에 이에 대한 정보를 알고 있어야 한다
A	모든 조치는 현재 산불 행동과 예측 산불 행동을 토대로 해야 한다
T	최소 두 개의 안전한 대피로를 확인하기 위해 시험해본다
C	동료, 상사, 인접 동료들과 의사소통을 유지한다
H	타기 쉬운 연료가 많고 경사가 급한 것은 경계해야 할 위험 요소이다
O	풍속, 풍향, 습도, 구름의 변화를 관찰한다
U	지시사항을 이해하고 제대로 숙지한다
T	명확하게 생각하고 경계하고 상황이 심각해지기 전에 단호히 행동한다

“10 가지 표준 산불명령(10 Standard Fireorders) – 미국”

F	공격적으로 진화하되 안전을 우선시한다
I	모든 조치는 현재 산불 행동과 예측 산불 행동을 토대로 해야 한다
R	현재 날씨 상황을 인지하고 날씨 예보를 확보한다
E	지시사항을 전달 받고 숙지한다
O	산불상태에 대한 현재 정보를 습득한다
R	동료, 감독관, 인접 인력들과 의사소통을 유지한다
D	안전지대 및 대피로를 결정한다
E	잠재적으로 위험한 지역을 감시할 감시원을 둔다
R	항상 통제상태를 유지한다
S	침착하고 명확하게 생각하고, 단호히 행동한다

상황분석을 통해 파악된 위험 상황에 관한 18 가지 공통 이슈는 다음과 같다:

“주의(Watchout)”해야 하는 18 개 상황(미국)

1. 살펴보지 않았거나 위험 평가를 수행하지 않은 산불 발생지에 있다
2. 낮에 보지 않았던 곳에 있다
3. 안전지대와 대피로를 파악하지 않았다
4. 현지 날씨와 산불 행동에 영향을 미칠 수 있는 기타 인자에 익숙하지 않다
5. 전략, 전술 및 위험에 대한 정보를 제공받지 않았다
6. 지시사항과 과제에 대해 명확히 알고 있지 않다
7. 동료, 감독관, 인접 인력들과 의사소통이 되지 않는다
8. 안전한 기점없이 진화선을 구축하고 있다
9. 내리막에 진화선을 구축하고 있고 본인의 위치보다 아래에 산불이 있다
10. 산불 정면에서 진화를 시도하고 있다
11. 본인과 산불 사이에 연소되지 않은 연료가 있다
12. 주불을 볼 수 없고 주불을 볼 수 있는 사람과 연락이 되지 않는다
13. 본인의 현재 위치가 산비탈이고 이 상황에서 굴러가는 물질이 본인 아래 있는 연료를 착화시킬 수도 있다
14. 날씨가 점점 더워지고 건조해지고 있다는 것을 감지한다
15. 바람이 세지거나 풍향이 변하는 것을 감지한다
16. 진화선에 비화가 빈번히 발생한다
17. 지형 및 연료로 인해 안전지대로 대피하기가 어렵다는 것을 감지한다
18. 진화대원이 진화선에서 잠을 자는 것을 알고 있다

이러한 주의 상황에 대해 적절한 통제 조치를 시행해야 한다.

참고 자료:

Australasian Fire Authorities Council Limited. (2005). Respond to wildfire. East Melbourne Victoria: AFAC Limited.

Health and Safety Executive. (2006). Five steps to risk assessment. United Kingdom.

National Rural Fire Authority. (2005). Demonstrate knowledge of personal safety at vegetation fires. Wellington, New Zealand.

Teie, W.C. (2005). Firefighter's handbook on wildland firefighting (Strategy, Tactics, and Safety). Rescue, California, United States of America: Deer Valley Press.

Teie W.C. (1997), Fire officers handbook on wildland firefighting, Rescue, California, United States of America: Deer Valley Press

면책

상기 정보(이하 "본 정보"로 칭함)의 정확성을 높이기 위해 만전을 기했으며 본 정보는 문서가 작성된 시점을 기준으로 The Global Fire Monitoring Center 와 The International Association of Fire and Rescue Services and Rural Development Initiatives Ltd(두 기관을 통틀어 이하 "EuroFire Partners"로 칭함)가 바람직한 현재 관행으로 간주하는 내용을 기반으로 하였다. 철저한 내용을 담기 위해 고안된 것은 아니며 개정될 가능성이 있다.

본 정보는 일반적 정보 전달만을 그 목적으로 하며 특정 목적을 위해 필요한 정보로 간주되지 않는다. 본 정보는 회원 그룹의 자체적 규칙, 규범이나 권고사항, 그리고 전문 유관 기관의 권고사항과 함께 사용하도록 고안되었다. 특정 활동에 대한 리스크를 충분히 고려하는 것은 본 정보를 읽는 개인이나 그룹의 책임이다.

EuroFire Partners 와 여기에 속한 피고용인이나 대리인은 본 정보의 오류나 누락, 오해의 소지가 있는 내용, 그리고 본 정보를 신뢰한 결과에 따른 작위 혹은 부작위로 발생한 손해나 피해, 불편 등 (법적으로 허용되는 최대치의) 모든 책임에서 배제된다.

[본 정보는 저작권과 지적재산권에 의해 보호받으며 따로 명백한 언급을 하거나 서면으로 동의한 경우를 제외하고 본 정보는 개인적, 비상업적 용도로만 사용과 복사가 가능하며 이에 대해서는 적절한 사사를 달아야 한다.]

본 정보의 제공과 사용은 스코틀랜드 법을 준거법으로 하며 그에 부합하여 해석된다. 본 정보의 모든 사용자는 본 정보에 관한 클레임이나 본 정보와 관련한 행동, 본 정보의 사용에 대하여 스코틀랜드 법원의 사법권에 따르며 이는 변경되지 않는다.