

전력선 발화와 산불 대응: 기후변화 시대 캘리포니아 전력회사와 규제의 변화

저자: 알렉산더 거슈노프 박사 (Alexander Gershunov, PhD)
기상학자, 스크립스 해양연구소(UC 샌디에이고)

이 보고서는 그린피스 동아시아 서울사무소와 알렉산더 거슈노프 박사가 공동으로 수행한 연구의 한글 요약본입니다.

1. 기후변화와 대형화 되고 있는 캘리포니아 산불

기후변화는 전 세계적으로 산불의 빈도와 강도를 증가시키고 있다. 미국 캘리포니아 또한 최근 수십 년 동안 전례 없는 대형산불을 반복적으로 겪고 있다. 캘리포니아는 지중해성 기후 특성상 겨울철에 집중 강수가 내리고, 여름과 가을에는 긴 건기가 지속된다. 기후변화는 겨울철 강수 시점을 지연시키고, 폭염과 건조한 연료는 대형 산불의 조건을 더 강화시키고 있다.

기후변화는 장기적인 건조와 폭염을 통해 산불이 쉽게 확산될 수 있는 조건을 강화한다. 이러한 조건 속에서 전력선 발화는 실제 점화 요인으로 작용하며, 역사적으로 캘리포니아의 파괴적인 대형 산불을 촉발한 주요 원인으로 지목되어 왔다.

캘리포니아의 산불은 크게 두 가지 유형이 있다.

- **연료 지배형 산불**은 북부 산림과 시에라 네바다에서 주로 발생한다. 이 지역은 숲의 연료(죽은 나무, 떨어진 가지, 바닥에 쌓인 풀들)가 산불 발생에 결정적인 영향을 미친다. 이상기후는 적설량을 줄이고 기온을 상승시켜 기존의 눈을 빠르게 녹인다. 이 과정은 폭염을 장기화하고 토양을 건조하게 한다. 여름철 번개가 주요 발화원으로 건조해진 숲에 불이 붙으면 대형 수목까지 태우는 대형 산불로 나타나기도 한다.
- **바람 지배형 산불**은 주로 해안가 지형에서 발생한다. 이곳에서는 산불 확산에 있어 **건조하고 뜨거운 강풍**이 결정적인 요인이다. 샌타 애나와 디아블로 바람은 시속 100km 이상의 돌풍을 일으켜 산불을 순식간에 확산시킨다. 불씨는 바람을 타고 멀리 날아가 진압이 매우 어렵다. 특히 인구 밀집 지역 해안과 산기슭까지 불길이 번져 주택들을 태운다. 2025년 1월 LA 대형 산불도 이런 바람 지배형 산불이었다. 한국 동해안에서 발생하는 대형 산불 또한 바람 지배형 산불의 특성을 띤다.

기후변화는 두 유형의 산불 모두 악화시킨다. 여름이 길어지고 더워지면서 연료가 건조해지고, 늦어지는 겨울비와 적은 강수량은 계절풍(샌타 애나 바람)과 겹치며 대형 산불의 가능성을 높인다. 연료 지배형 지역에서는 연료를 줄이는 것이 효과적이지만, 바람 지배형 지역에서는 연료 관리가 큰 효과를 내지 못한다. 대신 발화 자체를 줄이는 것이 핵심이다.

산불 예방 경각심을 높이는 캠페인을 통해 대부분의 인위적 발화는 줄었지만, 전선 발화는 여전히 가장 파괴적인 산불의 원인으로 남아 있다. 통계에 따르면, 전선 발화는 전체 산불 발생 건수의 10% 미만을 차지하지만, [캘리포니아 최악의 산불 가운데 절반 가까이 전선 발화](#)에서 비롯된 것으로 나타났다. 강풍으로 인해 전선이 흔들리거나 나무와 부딪히며 불꽃이 튀고, 기후변화로 건조해진 산림에서 시작된 불길은 순식간에 도시까지 번져나간다.

2. 전선발화로 인한 대형산불 위험성과 전력회사 대응책

캘리포니아 공공사업위원회(The California Public Utilities Commission, CPUC)는 전력회사들을 규제하는 기관으로 요금 책정, 안전 기준, 서비스 요건 등을 포함하여 포괄적인 전력 규제 체계를 수립해 왔다.

CPUC는 전통적으로 안전을 위한 공학적 접근에 기반으로 규제를 해왔다. CPUC는 전력회사들 대상으로 전선과 수목 사이의 특정 간격 확보, 전신주의 강도에 대한 상세한 규격 등 정기적인 점검 등을 요구하며, 준수 여부에 따라 과태료를 부과한다. 그러나 이 전통적 규제는 한계가 있다.

첫째, 전통적 규제는 사전 예방이 아니라 사후 대응 중심이다. 마치 지붕이 새기 시작한 후에야 수리하는 것처럼, CPUC는 종종 문제가 발생한 뒤에야 요건을 강화하곤 했다.

둘째, 지역과 기상 조건에 따라 산불 위험이 달라진다는 점을 고려하지 않고, 모든 지역에 일률적인 규정을 적용했다. 또한 CPUC는 전통적으로 화재 예방보다는 안정적인 전력 공급을 보장하는 데 더 집중했다. 전력회사는 가능한 한 전기를 끊지 않고 공급해야 했는데, 이는 때로는 화재 위험과 충돌했다.

전통적 규제는 규칙을 준수하는 것에 집중되어 있기에, 화재 예방 및 발생에 대한 책임을 지는 구조가 아니다. 이는 준수 여부를 확인하기 쉽지만, 반드시 안전을 보장하진 않는다. 기후변화 영향성이 적었던 수십 년 전엔 비교적 잘 작동했을지라도, 기후변화로 인한 이상기후와 전력 인프라의 노후화로 인해 대형 산불의 위험성이 높아지며 전통적 규제의 한계가 명확해졌다.

2000년대 후반 연이은 대형 산불들은 20년 넘게 유지되어 온 CPUC의 규제 접근 방식을 흔들었고, 대규모 소송이 결정적인 요인이 되어 변화를 만들었다. 2007년 10월 샌디에이고에서 발생한 '위치 산불(Witch Fire)'이 그 첫 번째 주요 계기이다. 샌디에이고 가스&전기회사(San Diego Gas & Electric, 이하 SDG&E)의 전력선들이 강풍으로 인한 마찰을 일으켜 산불이 발생했고, 이로 인해 197,990에이커¹가 불타고, 1,650채의 구조물이 파괴됐으며, 두 명의 사망자가 발생했다. 강풍, 낮은 습도, 노후화된 인프라 등 산불 발생이 쉬운 조건들이 서로 맞물리면서, 전력회사의 산불 위험 관리 체계가 지닌 근본적인 취약성이 드러난 것이다. 극한으로 변해가는 기상 조건 하에 전통적인 규제 방식은 더 이상 산불을 예방하기엔 충분하지 않다는 것이 명확해졌다.

¹ 약 8만 헥타르, 축구장 11만개 규모

위치 산불 이후 SDG&E는 소송, 법적 책임, 비용, 규제 감독 등 심각한 문제를 직면했다. 조사 결과, 강풍 발생 시 SDG&E의 인프라 관리 방침은 불충분하다는 판결이 났다. 소송 이후 SDG&E는 막대한 비용을 부담했고 규제가 불충분하다는 인식도 제기되면서, 캘리포니아 전력회사 중 최초로 공공안전 전력 차단(Public Safety Power Shutoff, PSPS) 제도를 개발·도입했다.

공공안전 전력 차단 제도는 강풍 위험이 높을 때 전력 공급을 차단하는 것으로, 사전 예방에 집중된 제도이다. SDG&E는 2008년 CPUC에 공공안전 전력 차단 제도 시행 허가를 요청했고, 2012년 승인됐다. 이 제도는 정확한 기상 예측을 위한 시스템을 도입했고, 대형 산불 위험이 감지되면 전력 공급을 차단해 산불을 예방했다.

공공안전 전력 차단 제도 도입 초기에는 정전에 대한 지역사회의 반대가 있었다. SDG&E는 교육과 포럼을 통해 주민과 소통하고, 다양한 이해관계자의 의견을 수렴하며 설득 과정을 거쳤다. 그리고 제도가 시행된 뒤로, SDG&E 전력선 발화로 인한 대형 산불은 2007년 이후 단 한 번도 발생하지 않았다.

그러나 캘리포니아 다른 지역의 경우 전선 발화로 인한 산불이 끊이지 않았다. 특히 2017년과 2018년 캘리포니아 전역에 역사적으로 가장 큰 대형 산불이 연이어 발생했다. 2017년 와인컨트리 산불, 토마스 산불 그리고 2018년 캠프 산불 모두 전선 발화로 비롯된 사건으로, 이는 전통적 규제 방식에 큰 변화를 촉발했다. 전선 발화로 인한 대형 산불의 피해가 커지자 CPUC는 2018년 모든 캘리포니아 전력회사에 공공안전 전력 차단 제도를 의무화하기 시작했다.

[캘리포니아 전력회사들의 전통적 규제 방식과 공공안전 전력 차단 제도 비교]

구분	전통적 규제 (Prescriptive)	공공안전 전력 차단 제도 (Performance-based)
목표	전기 공급 안정성 보장	산불 자체 예방 및 주민 안전
방식	규정 준수 여부 확인	성과 중심: 산불 예방 결과 달성 여부
대응	사후적 관리 (발생 후 진화·보상)	선제적 차단 (위험 조건 발생 전)
운영	전선 관리·점검·교체	실시간 기상·연료 모니터링, 위험 지수 분석, 전력 차단
지원	전기 공급 유지 최우선	커뮤니티 지원센터, 취약계층 보호, 긴급통신 유지

공공안전 전력 차단 제도를 최초로 시행한 SDG&E는 단순히 대응 방식 변화에 그치지 않고, 학계와 지역사회와 협력하는 구조로 발전했다. 정전을 시행하기 전 주민들과 응급 서비스에 사전적으로 정보를 공유하기 위해 상세한 프로토콜을 수립했고, 정전 시 지역사회에서 필요한 서비스를 제대로 받을 수 있게 필요한 기기를 충전하고, 기본적인 전력 서비스를 제공받을 수 있도록 커뮤니티 센터를

설립했다. 더불어 전력이 필수로 공급되어야 하는 기관이나 가정엔 발전기와 배터리를 제공하는 것도 포함됐다.

이를 통해 2018년 CPUC에서 공공안전 전력 차단 제도를 의무화하는 결의안 ESRB-8을 채택할 때, 고객들에게 통지하는 지침과 방법에 대한 포괄적인 내용을 함께 반영했고, 제도에 대한 교육과 중요 시설 및 취약 계층 지원에 대한 조치들이 포함됐다. 전력회사들은 공공안전 전력 차단 제도를 시행할 경우, 정전 결정을 내린 과정을 상세히 기록하고 정전으로 인해 발생한 사회경제적 비용과 산불 예방을 통해 막은 잠재적 피해를 비교하는 비용-편익 분석 보고서를 제출해야 한다. 이를 통해 정전으로 인한 손실보다 산불 예방 효과가 크다는 점을 입증할 수 있다.

전문가들은 2019~2020년 시행된 공공안전 전력 차단을 화폐 가치로 환산한 결과, [전력 공급을 1% 줄이는 것만으로도 약 0.2%의 자본 손실을 예방](#)할 수 있다고 분석했다. 이는 예방적 전력 차단이 산불 피해로 인한 막대한 손실을 줄이는 데 실질적 효과가 있음을 보여준다. 다만 이러한 효과는 정밀한 분석을 기반으로 제한적으로 시행될 경우에 한정되며, 광범위한 정전은 오히려 더 큰 경제적 손실을 초래할 수 있다고 지적했다.

SDG&E는 공공안전 전력 차단 제도를 개선하고 있으며, 최근에 중요한 요소는 기후변화에 맞춘 제도 개선이다. 캘리포니아는 기후변화 영향으로 더 빈번하고 심각한 가뭄을 겪고 있기에, SDG&E는 학계 연구자들과 협력해 기후복원력 센터를 설립했다. 이 센터는 산불 발생 위험을 예측하고, 공공안전 전력 차단 제도의 정밀한 실행을 위해 설립되었으며, 기후변화 시대에 변화하는 기후 조건들에 따라 공공안전 전력 차단 제도를 개선하고 있다.

과거 전력회사의 최우선 과제가 안정적 전력 공급이었다면, 공공안전 전력 차단 제도는 산불 예방과 주민 안전을 중심에 두는 체계 전환을 상징한다. 이는 전력회사가 단순한 인프라 관리자를 넘어, 기후위기 대응의 핵심 주체로 변화하고 있음을 보여준다.

3. 결론 및 시사점

캘리포니아 전력회사들의 사례는 단순한 기술 개선이 아니라 산불 대응의 패러다임 전환을 보여준다. 산불 발생과 소송은 전력회사의 책임성을 강화했고, 공공안전 전력차단 제도는 성과 기반 규제로 진화했다. 구체적 프로토콜·지역사회 지원·기후복원력센터 설립을 통해 제도는 계속 보완되었다.

SDG&E의 공공안전 전력 차단 제도는 진화하면서 캘리포니아 전력 산업 전반의 관행에 영향을 주기 시작했다. 즉, 한 전력회사의 재난 대응이 산업 전체의 기준을 재구성하는 데 기여한 것이다. 하지만 2025년 LA 대형 산불은 여전히 대응 체계의 한계를 드러내며, 기후변화 속에서 제도의 지속적 개선이 불가피함을 상기시킨다. 한국 역시 반복되는 대형 산불을 계기로, 전력 인프라 안전 규제를 넘어서는 선제적 제도 도입과 지역사회 회복력 강화를 서둘러야 한다.