

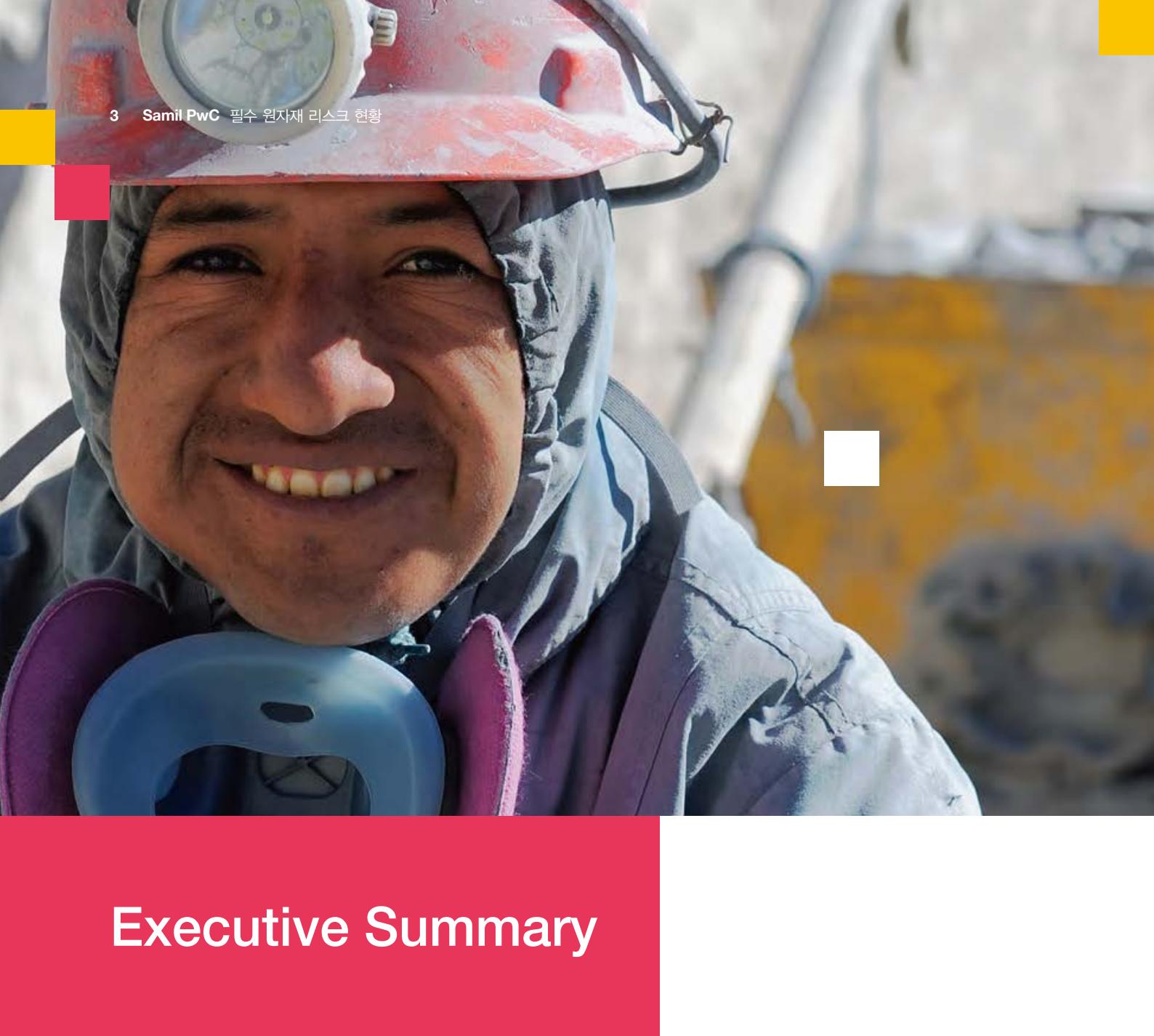


# APEC 특별보고서: 필수 원자재 리스크 현황

기후 리스크에 노출된 6가지 주요 원자재

# Table of Contents

<b>Executive summary</b>	<b>03</b>
<b>Key findings</b>	<b>04</b>
Chapter 1: <b>Climate risks to commodity production in APEC economies</b>	<b>08</b>
Chapter 2: <b>Urgent actions for business</b>	<b>19</b>
<b>Endnotes</b>	<b>27</b>
<b>Acknowledgements</b>	<b>28</b>



## Executive Summary

기업은 리튬, 코발트, 구리, 철, 아연, 알루미늄 등 여섯 가지 주요 원자재 의존도가 높다. 제조업 기반의 기업뿐만 아니라, 기술, 에너지, 운송, 건설, 인프라, 소비재 등 다양한 산업 분야에서 필수적으로 활용되기 때문이다. 그러나, 이러한 여섯 가지 주요 원자재는 기후 변화로 인해 생산 중단의 위험에 놓여있다. 원자재 생산이 소폭 감소해도 공급망을 통해 연쇄적으로 가격 및 원자재 접근성에 영향을 미칠 가능성이 높다. 따라서 기업의 리더는 기후 변화로 인해 생산에 차질이 예상되는 글로벌 주요 원자재의 현황을 파악하고, 기업 운영상의 리스크가 없는 확인하고 이에 대한 사전 조치를 취해야 한다.

특히, 이 보고서는 산업 전반에서 가장 많이 활용되는 여섯 가지 원자재의 주요 생산국인 APEC(미국, 캐나다, 중국, 호주, 페루, 칠레, 멕시코)을 중심으로 원자재 생산에 대한 기후 리스크를 심층적으로 다룬다.

리튬, 구리, 아연의 세계 최대 생산국은 APEC에 속한 국가다. 따라서 APEC 국가에서 기후 변화로 인해 원자재 생산이 중단될 경우 글로벌 공급망에 상당한 영향이 있을 것으로 예상된다.

PwC는 이번 보고서에서 기후 변화가 원자재 생산에 미치는 영향 2가지를 중심으로 조사했다. 첫 번째 영향은 근로자들의 야외 근무를 방해하는 ‘열 스트레스’이며, 그 다음 부정적인 영향은 이러한 원자재 채굴 및 가공에 필요한 ‘물 부족(가뭄)’이다.

보고서는 기업의 리더가 기후 리스크에 대해 이해하고, 이러한 리스크를 관리하고 회복력있는 공급망 구축하기 위해 글로벌 기업의 사례 연구를 통해 기업 리더가 실질적으로 취할 수 있는 조치에 대해 소개한다.

## Key Findings

1. **호주, 중국, 페루, 칠레, 캐나다 등 APEC 회원국은 이번 연구에서 다른 여섯 가지 원자재의 세계 상위 3대 생산국이다.** 특히 리튬, 구리, 아연은 세계 3대 생산국이 모두 APEC 회원국이다.
2. **세계 1위, 2위의 구리 생산국인 칠레와 페루의 구리 광산은 탄소 배출을 크게 줄이는 낙관적인 시나리오에서도 극심한 가뭄 위험에 직면해 있다.** 동 시나리오에서는 2050년까지 페루의 구리 생산의 41%가 상당한 가뭄 위험에 노출될 것으로 나타났다. 이는 현재의 0%에서 증가한 수치다. 마찬가지로, 칠레의 구리 생산에 대한 가뭄 위험도 2050년까지 세 배 이상 증가한다.
3. **세계 1위와 3위의 리튬 생산국인 호주와 중국의 리튬 광산도 마찬가지로 탄소 배출이 빠르게 감소하더라도 심각한 가뭄 위험에 직면할 전망이다.** 2050년까지 호주의 리튬 생산의 68%, 중국의 리튬 생산의 70%가 상당한 가뭄 위험에 노출될 것이며, 이는 현재 두 나라 모두에서 0%에서 증가한 수치다.
4. **호주는 세계 1위의 철과 보크사이트(알루미늄) 생산국이며, 아연과 코발트의 2위 생산국이다.** 호주에서 생산되는 원자재는 가뭄, 열 스트레스, 또는 두 가지 모두에서 심각한 위험에 직면해 있다. 예를 들어, 현재는 호주의 보크사이트(알루미늄) 생산지에서 일하는 노동자들이 위험한 수준의 열과 습도에 노출되지 않지만, 2050년까지 온실가스 배출이 계속 증가하면 열과 습도 위험에 노출되는 비율이 46%로 증가할 것으로 예측된다.
5. **낙관적인 저배출 시나리오에서도 대다수의 원자재는 열 스트레스와 가뭄으로 인한 위험 수준이 증가할 것이다.** 이는 기후 변화를 방지하기 위해 탄소 배출을 감축하는 동시에 변화하는 기후에 적응하는 것이 중요함을 시사한다.
6. **기후 변화가 야기하는 원자재 리스크 수준은 점차 증가하고 있어, 비즈니스 리더는 이러한 위험을 관리하고 사전에 대응책을 마련할 필요가 있다.**
7. **원자재 리스크를 사전에 대비하기 위한 3가지 고려 사항**
  - 첫째, 공급망 전체에서 기후 리스크를 식별하고 관리하여 회복력 강화
  - 둘째, 기후 변화를 해결하거나 적응할 수 있는 새로운 제품이나 서비스 개발 또는 기존 사업 모델의 혁신
  - 셋째, 정부, 기업, 지역 사회 등 여러 이해관계자들과 함께 협력하여 효과적이고 지속가능한 해결책을 마련하고, 기후 변화에 적응할 수 있도록 정책과 시스템 개선



## Chapter 1: APEC에서 생산되는 주요 원자재 리스크 현황

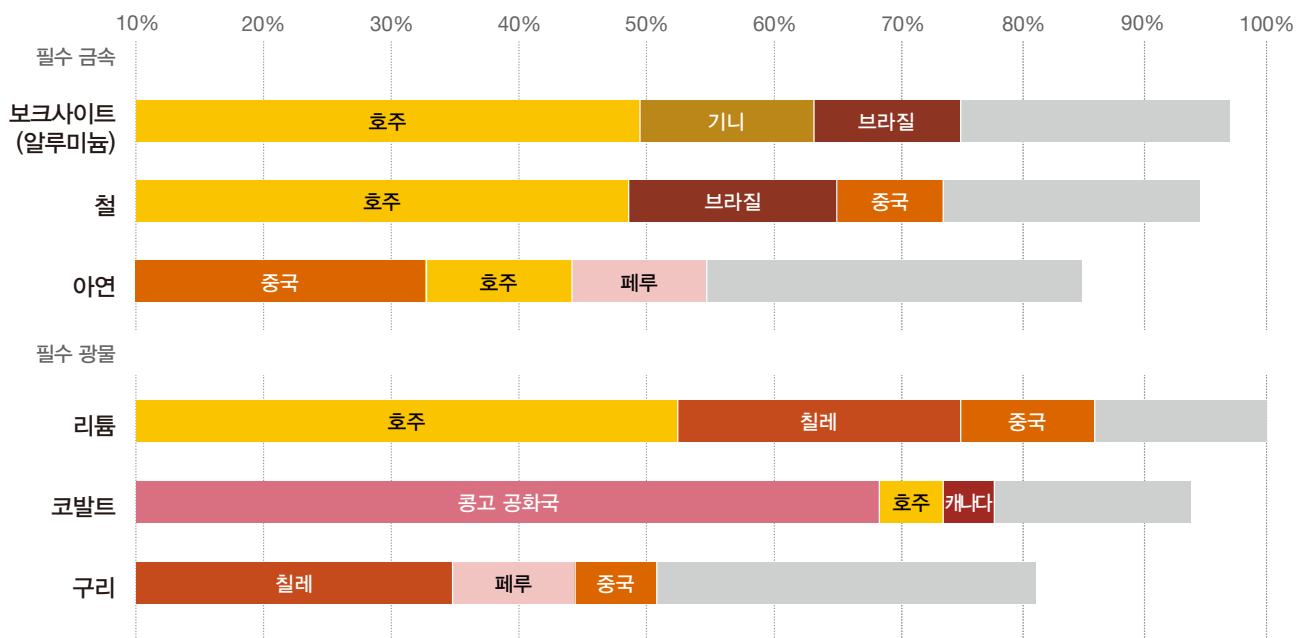
글로벌 경제는 APEC 회원국에서 생산되는 6가지 필수 원자재에 의존하고 있다.

1. 3가지 필수 광물 '코발트, 구리, 리튬': 전자제품, 기술, 에너지 시스템, 그리고 저탄소 경제 전환의 필수 원자재
2. 3가지 필수 금속 '철, 알루미늄, 아연': 제조업, 운송, 인프라, 건설, 소비자 제품 등 다양한 분야에서 널리 활용되는 원자재

호주의 리튬 광산에서 칠레의 구리 광산에 이르기까지, APEC 회원국은 이러한 필수 원자재의 세계 최대 생산국이다. 호주, 중국, 페루, 칠레, 캐나다 등 APEC 회원국은 이번 연구에서 다룬 6가지 원자재의 세계 상위 3대 생산국에 속한다.

특히 리튬, 구리, 아연의 경우 세계 상위 3대 생산국이 모두 APEC 회원국이다.

## 2020년 기준 글로벌 생산 비율



■ 원자재 생산 상위 10개국 중, 도표에서 언급된 국가 외 나머지 국가들

Source: CapIQ, FAO, PwC analysis

동 보고서는 호주, 미국, 중국, 페루, 칠레, 캐나다, 멕시코 등 APEC 7개 회원국에서 생산된 원자재에 대한 기후 리스크를 분석했다.

### 국가 및 원자재 선정 기준

- 해당 국가가 매년 최소 1,000톤의 원자재를 생산하는 경우
- 해당 국가에서 광산업이 4개 이상의 기업에 의해 운영되고 있으며, 실제 원자재를 생산하고 있는 경우  
(※본 보고서의 목표는 국가 차원의 기후 리스크를 논의하는 것이므로, 특정 국가에서 세 개 이하의 생산자가 있는 원자재에 대한 리스크는 논의하지 않는다. 따라서, 이 보고서에는 생산자가 적은 칠레의 리튬 생산이나 캐나다의 코발트 생산에 대해서는 분석하지 않았다. 동 선정 기준을 따라, 우리는 7개 APEC 경제국에서 선정된 상품에 대한 기후 리스크를 분석했다.)

## APEC 회원국 내 광산 위치를 파악하여, 열 스트레스와 가뭄에 대한 영향 수준을 평가

열 스트레스는 근로자들의 야외 근무를 어렵게 하거나 심지어 생명에 위협이 될 수 있다. 가뭄의 경우 원자재 채굴에 문제가 될 수 있는데, 예를 들어 1킬로그램의 리튬을 생산하는데 수천 리터의 물이 필요하다.

가뭄과 열 스트레스 리스크를 상당한 위험(Significant), 높은 위험(High), 극심한 위험(Extreme)으로 분류했다.

### 가뭄 리스크 수준

리스크 수준	리스크 수준/지속기간
상당한 위험	각 연도를 중심으로 한 20년 동안의 기간 중 20%는 심각한 가뭄 상태에 노출 (예: 2000년을 중심으로 20년 동안(1990년~2010년)의 20% 수준인 4년 간 심각한 가뭄이 있었다.)
높은 위험	각 연도를 중심으로 한 20년 동안의 기간 중 40%는 심각한 가뭄 상태에 노출 (예: 2000년을 중심으로 20년 동안(1990년~2010년)의 40% 수준인 8년 간 심각한 가뭄이 있었다.)
극심한 위험	각 연도를 중심으로 한 20년 동안의 기간 중 40%는 심각한 가뭄 상태에 노출 (예: 2000년을 중심으로 20년 동안(1990년~2010년)의 40% 수준인 16년 간 심각한 가뭄이 있었다.)

참고: 여기서 사용하는 'significant'(상당한)라는 용어는 통계학에서 사용하는 '유의미한'과는 다른 의미다. 심각한 가뭄은 다중 척도 가뭄 지수인 표준화 강수-증발산 지수(SPEI)에서 -1.5 이하의 값으로 정의된다.

### 열 스트레스 리스크 수준

리스크 수준	리스크 수준/지속기간	영향
상당한 위험	연간 최소 10일 동안 평균 일일 온열지수(WBGT)가 26.3°C인 날이 있으며, 실제로 이 수준의 온열지수(WBGT)를 가진 총 일수는 10일 이상일 수도 있다.	최소 25% 가량의 노동 생산성 감소
높은 위험	연간 최소 10일 동안 평균 일일 온열지수(WBGT)가 28.9°C인 날이 있으며, 실제로 이 수준의 온열지수(WBGT)를 가진 총 일수는 10일 이상일 수도 있다.	최소 50% 가량의 노동 생산성 감소
극심한 위험	매년 평균적으로 하루 이상, 온열지수(WBGT)가 32.2°C에 이른다	최소 75% 가량의 노동 생산성 감소하고, 야외 근무 노동자의 건강에 위험 초래

출처: 록펠러재단 회복력센터(Rockefeller Foundation Resilience Center)의 "Extreme heat: Economic and social consequences for the US" 2021년 보고서 인용.

WBGT는 Wet Bulb Globe Temperature의 약자로, 열과 습도를 측정하는 지표. 기관이나 국가에 따라 WBGT 기준은 다를 수 있으며, 보통 25°C 이상이면 장시간 신체활동이나 노동 시 주의 필요

## 기후 리스크가 저탄소 및 고탄소 시나리오에서 어떻게 변하는지 분석

2020년 기준으로 2035년, 2050년의 기후 리스크를 식별했다. 글로벌 탄소배출량 감축 시나리오에 따른 원자재 리스크 분석을 위해 유엔 정부간 기후변화위원회(IPCC)의 2가지 시나리오를 활용했다.

- **저탄소 시나리오(SSP1-2.6):** 실질적인 조치를 통해 배출량을 억제하여 지구 평균 기온 상승을 2°C 이하로 유지하는 저배출 시나리오
- **고탄소 시나리오(SSP5-8.5):** 현재 수준과 유사하게 온실가스 배출을 지속하여 2100년까지 지구 평균 기온이 4.4°C로 급격히 상승하는 고배출 시나리오

## 가정 및 한계

원자재 생산 수준과 위치가 동일하게 유지된다고 가정한다. 향후 원자재 생산 위치와 양이 어떻게 변할지를 예측하려고 하지 않으며, 동 보고서에서는 현재 생산 위치와 생산량을 사용한다. 이 접근법은 오늘날 APEC 기반의 원자재 생산이 기후 변화로 인해 점점 더 영향을 받을 수 있는 방식을 예측할 수 있도록 돋는다.

또한 동 보고서의 분석은 실제 공급 차질이 아닌 위험 노출 정도를 제시한다. 전체 공급 중 상당한, 높은 또는 극단적인 수준의 열 스트레스나 가뭄에 노출될 수 있는 비율을 추정한다.

생산량이 얼마나 감소할 수 있는지에 대해서는 양적으로 평가하지 않는다. 원자재 생산자들은 기후 문제로부터 비즈니스 운영에 미치는 영향을 완화하기 위한 조치를 취해야 한다.

이번 조사에 따른 분석 결과는 아래와 같다.

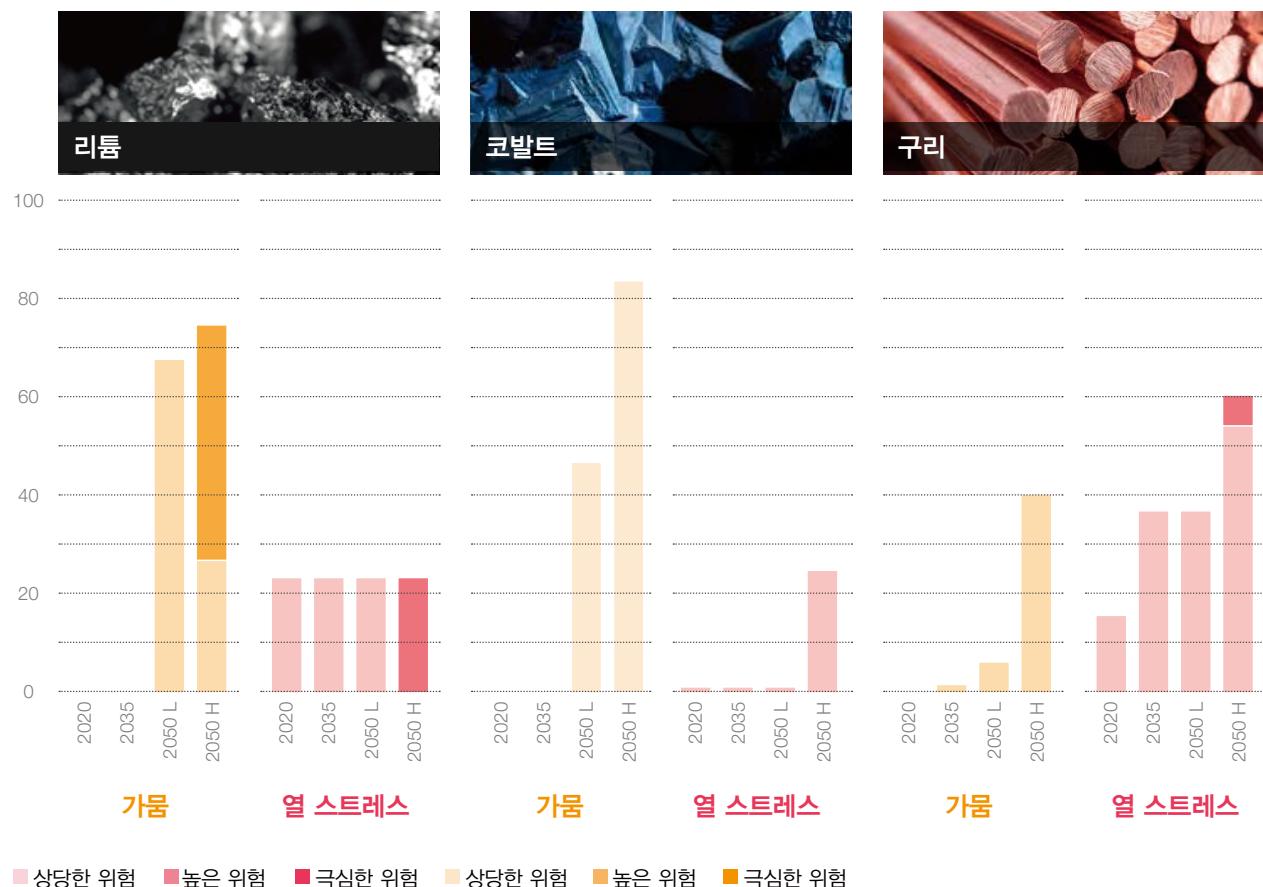
## 결과 1 : 호주와 중국 현황

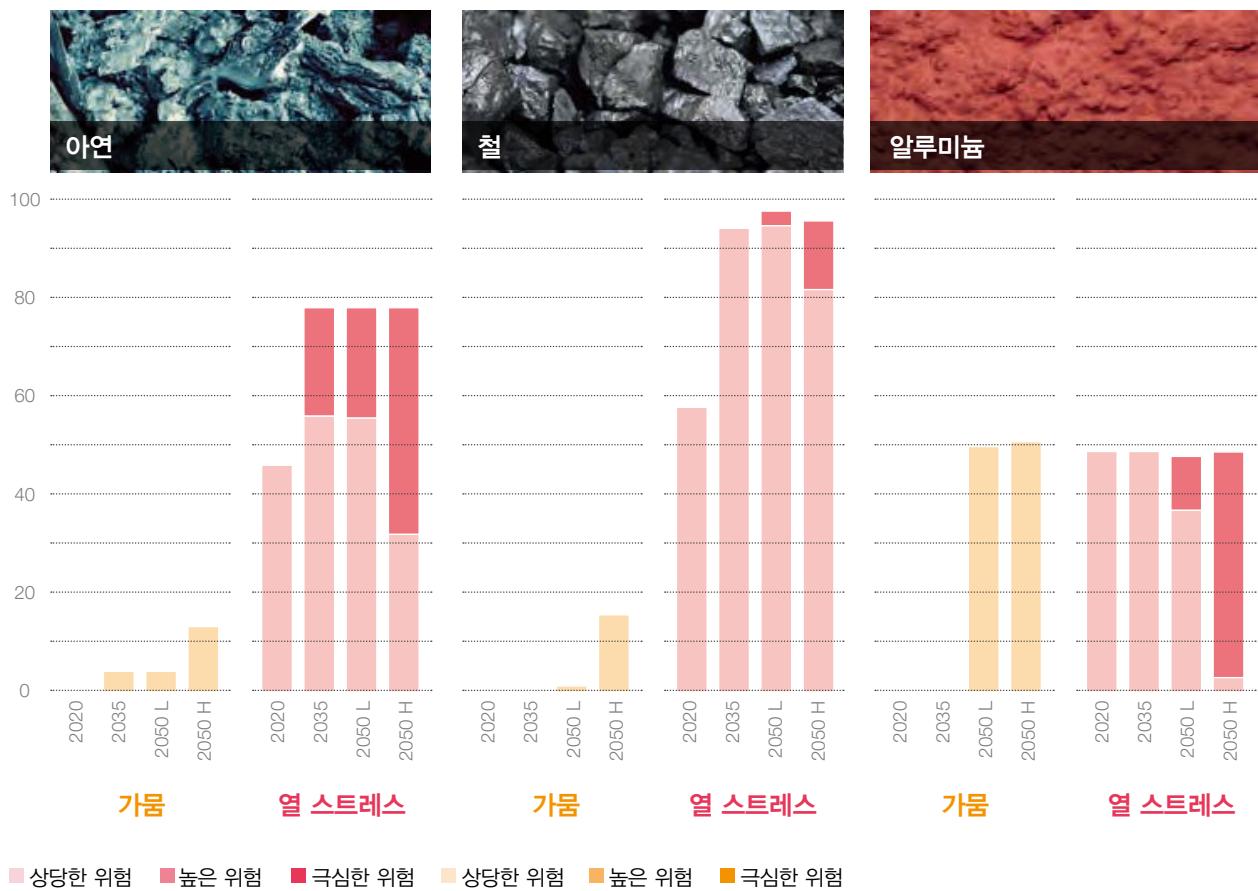
호주에서 생산되는 6가지 원자재 모두 열 스트레스, 가뭄 또는 두 가지 리스크 모두 해당하는 리스크에 직면해 있다. 가뭄의 경우, 위험은 매우 낮은 수준에서 증가하고 있어 광산 회사들이 이러한 위험을 관리하는 데 익숙하지 않을 것이다. 현재 호주에서 생산되는 6가지 원자재 중 상당한 수준의 가뭄 위험에 직면하지 않았지만, 저탄소 시나리오에도 불구하고 2050년까지 6가지 원자재는 일정 수준의 상당한 가뭄 리스크에 직면할 것으로 예상된다.

리튬은 6가지 원자재 중 가장 극심한 리스크에 직면하게 될 것이다(호주는 세계 1위의 리튬 생산국이다). 현재 호주의 리튬 생산은 상당한 가뭄 위험에 직면하지 않았으나, 저탄소 시나리오라는 긍정적인 상황에서도 2050년까지 호주의 리튬 생산지의 68%가 상당한 가뭄 위험에 직면할 것이다.



## 호주: 리스크에 노출된 원자재





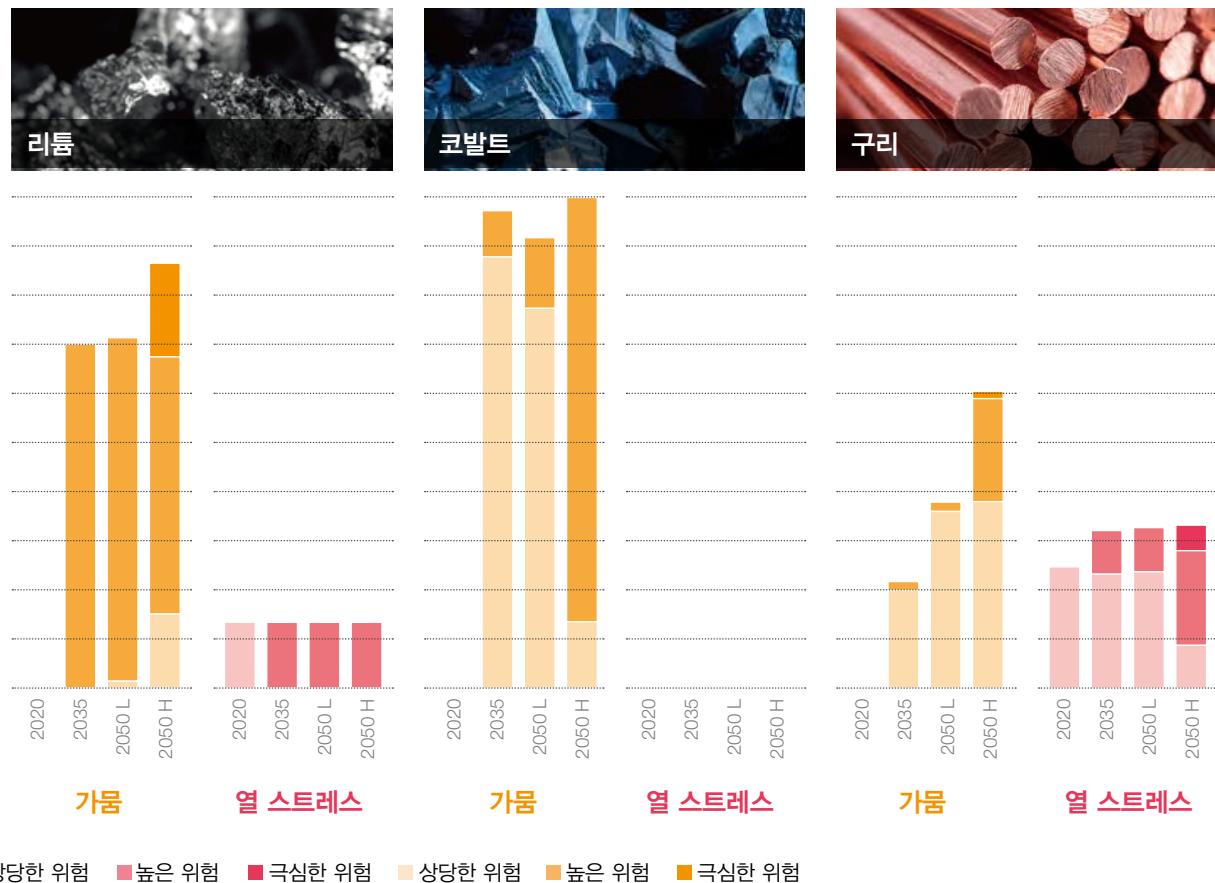
Source: Protecting People and Prosperity

※ 차트는 기후 리스크에 노출된 특정 원자재의 호주 전체 생산량의 비율(리스크에 노출된 호주 광산 비율이 아님)

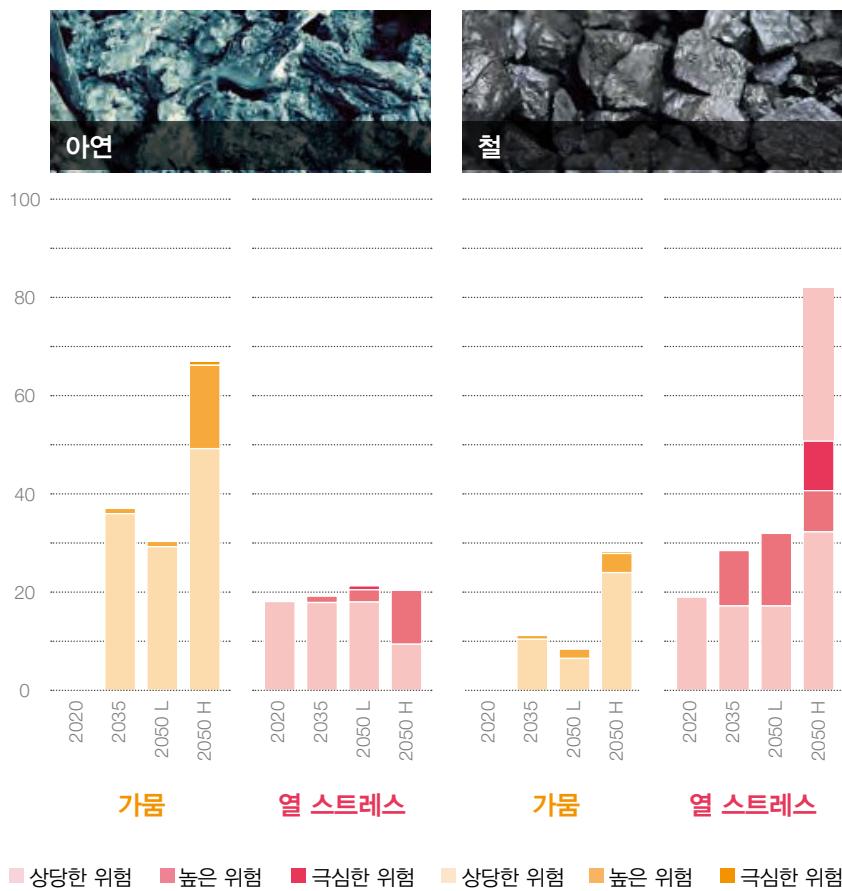


중국에서 생산되는 원자재는 가뭄 위험에 직면해 있다. 중국은 리튬, 구리, 철의 세계 상위 3대 생산국이며, 이러한 원자재 모두 가뭄 위험에 노출된 것으로 나타났다. 상당한 수준 이상의 가뭄 위험에 직면한 중국의 리튬 생산 비율은 현재 0%에서 2035년까지 70%로 증가한다.

## 중국: 리스크에 노출된 원자재



Source: Protecting People and Prosperity



■ 상당한 위험 ■ 높은 위험 ■ 극심한 위험 ■ 상당한 위험 ■ 높은 위험 ■ 극심한 위험

Source: Protecting People and Prosperity



## 결과 2 : 페루, 캐나다, 멕시코 및 미국은 전례 없는 수준의 가뭄 리스크에 직면했다.

페루는 세계 상위 3대 구리 및 아연 생산국 중 하나다. 분석에 따르면, 페루의 구리와 아연 생산에 대한 열 스트레스 위험은 증가하지 않지만, 가뭄 위험은 상당히 증가하는 것으로 나타났다. 2035년까지 페루의 구리 생산의 41%와 아연 생산의 10%가 상당한 수준 이상의 가뭄 위험에 노출될 수 있다. 현재 두 원자재 모두 가뭄 위험에 노출될 수준은 0%이다.

### 페루: 리스크에 노출된 원자재



Source: Protecting People and Prosperity

캐나다도 마찬가지로 열 스트레스 위험에 노출되지는 않지만, 가뭄 위험은 상당히 증가한다. 고탄소 시나리오에서는 2050년까지 캐나다에서 생산되는 구리의 34%와 아연의 38%가 상당한 가뭄 위험에 직면할 것이며, 이는 현재 0%에서 증가한 수치이다.

## 캐나다: 리스크에 노출된 원자재



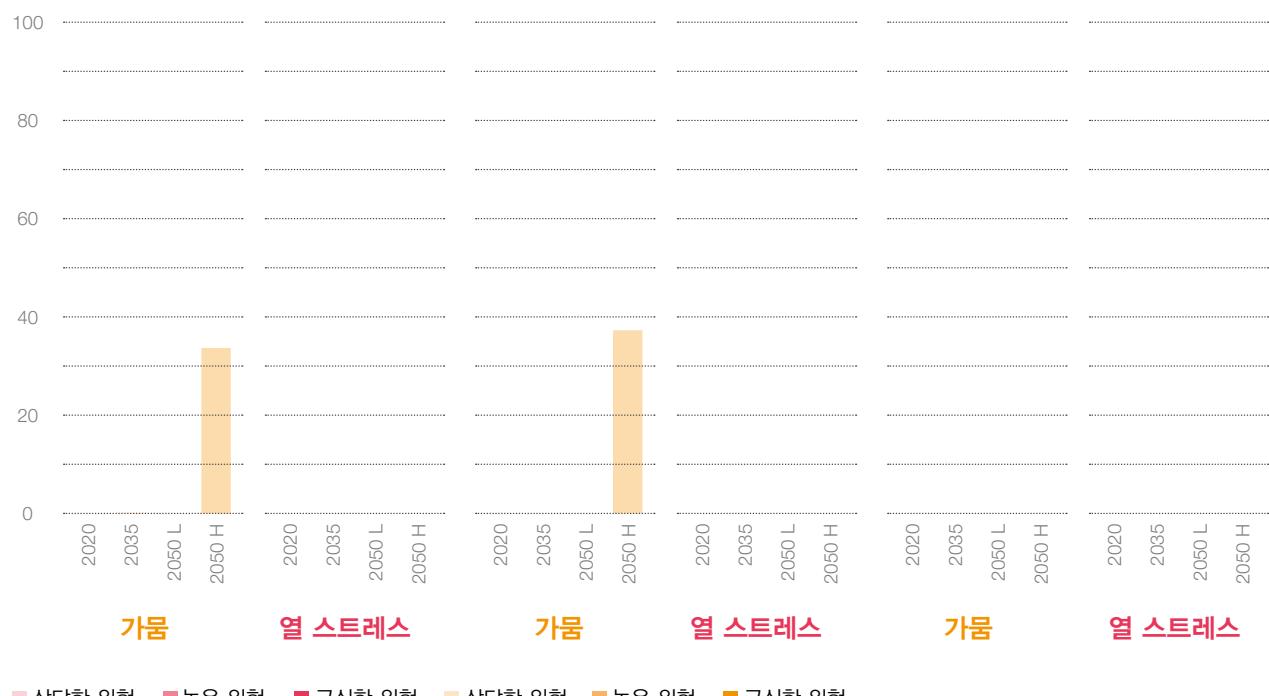
구리



아연



철



■ 상당한 위험 ■ 높은 위험 ■ 극심한 위험 ■ 상당한 위험 ■ 높은 위험 ■ 극심한 위험

Source: Protecting People and Prosperity

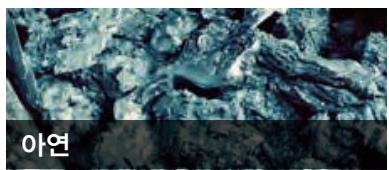


멕시코 역시 전례 없는 수준의 가뭄 위험에 직면해 있는 것으로 나타났다. 고탄소 시나리오에 따르면, 2050년까지 멕시코에서 생산되는 아연의 52%, 철의 65%, 구리의 87%가 상당한 가뭄 위험에 직면할 수 있으며, 이는 현재 0%에서 증가한 수치다. 추가로, 2035년까지 멕시코에서 생산되는 철이 직면한 열 스트레스 위험은 2배 이상 증가할 것으로 보인다.

## 멕시코: 리스크에 노출된 원자재



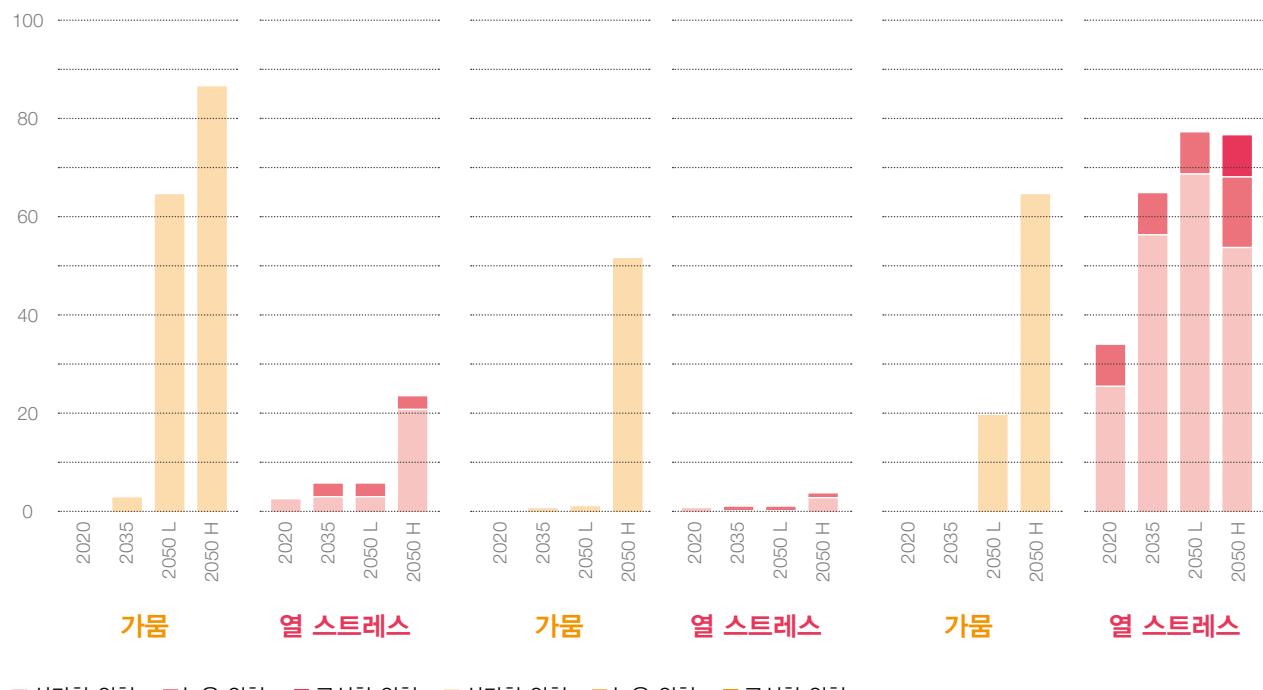
구리



아연

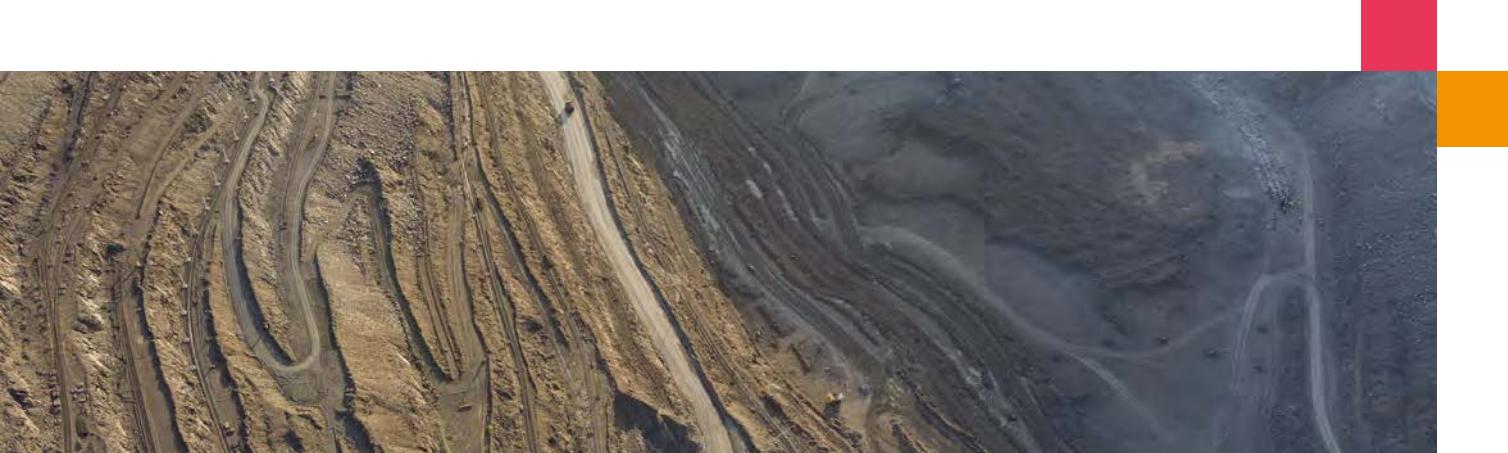


철



■ 상당한 위험 ■ 높은 위험 ■ 극심한 위험 ■ 상당한 위험 ■ 높은 위험 ■ 극심한 위험

Source: Protecting People and Prosperity



미국에서 생산되는 아연은 앞으로 몇 년 동안 가뭄 위험이 소폭 증가하지만, 구리는 현재 거의 0%에서 2050년 고탄소 시나리오에서 생산량의 98%가 높은 가뭄 위험에 직면하게 될 것이다. 미국에서 생산되는 철은 현재 0% 정도의 가뭄 위험에 노출되었으나, 2035년까지 83%까지 가뭄 위험이 증가할 것으로 보인다(하지만 아래 도표와 같이 고탄소 시나리오에서는 기후 변화가 더 심해짐에 따라 강수량이 증가할 수 있어 2035년 이후 가뭄 위험이 감소할 수 있다.)

미국에서 생산되는 구리는 애리조나, 네바다, 뉴멕시코와 같은 고온 지역에서 채굴된다. 동 보고서는 온열지수(WBGT)를 활용하여 온도와 습도의 결합 효과에 따른 열 스트레스 리스크 정도를 제시한다. 그러므로 이러한 주들은 상대적으로 건조하기 때문에 열 스트레스 위험은 낮지만, 이 지역에서의 고온이 문제가 되지 않는다는 의미는 아니다. 높은 온도는 여전히 작업 환경에 영향을 미칠 수 있으며, 적절한 대책이 필요하다.

## 미국: 리스크에 노출된 원자재



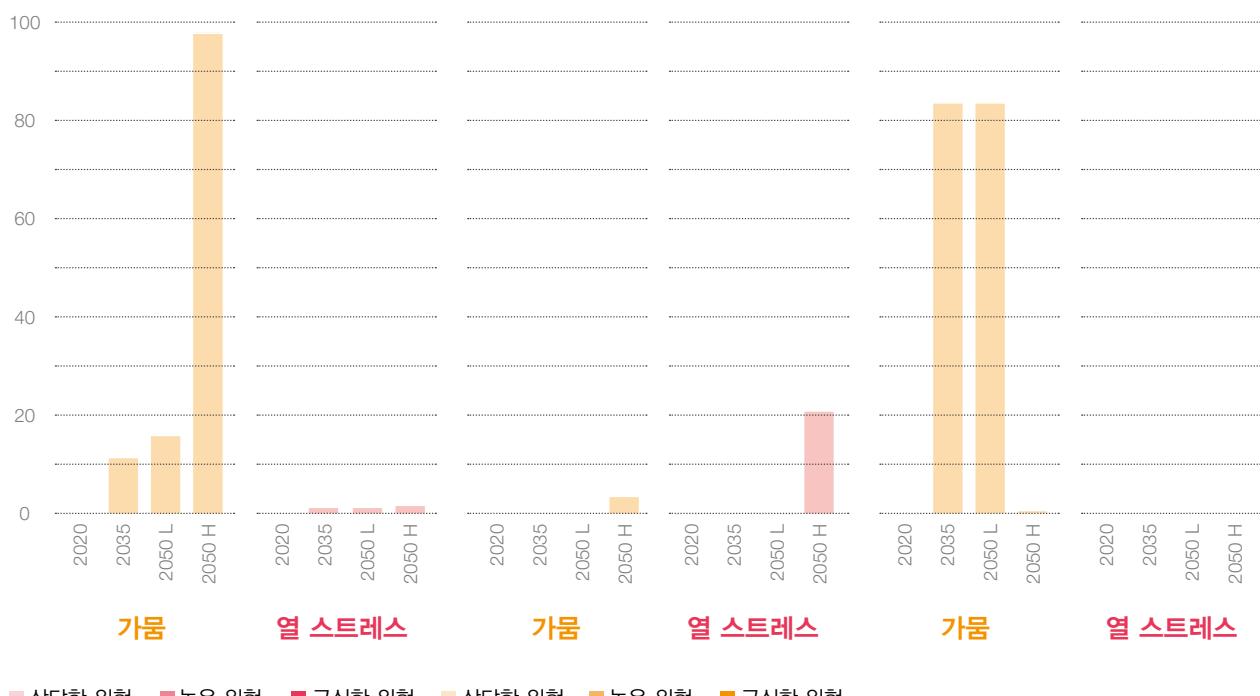
구리



아연



철



■ 상당한 위험 ■ 높은 위험 ■ 극심한 위험 ■ 상당한 위험 ■ 높은 위험 ■ 극심한 위험

Source: Protecting People and Prosperity

### 결과 3 : 미국의 철강은 기후 리스크가 증가하기도 하지만, 감소하는 경우도 있음을 보여준다.

2050년 고탄소 시나리오에서 미국에서 생산되는 철강이 직면한 가뭄 위험이 2050년 저탄소 시나리오보다 낮은 것으로 나타났다. 그 이유는 미국의 많은 철이 오대호 지역(Great Lakes region)에서 생산되기 때문이다. 이 지역은 기후 변화가 심화됨에 따라 강수량이 증가할 가능성 있다.

즉, 기후 변화가 심해져도 오대호 지역에서는 오히려 강수량이 늘어나기 때문에, 이 지역에서 생산되는 철에 대한 가뭄 리스크는 낮아질 수 있다. 이는 일반적으로 기후 변화가 심화되면 가뭄 리스크가 증가할 것이라는 예상과는 반대되는 결과이다.

### 결과 4 : 가뭄 위험에 직면한 칠레의 경우, 일부 기업이 기후 변화에 적응해 나가고 있다.

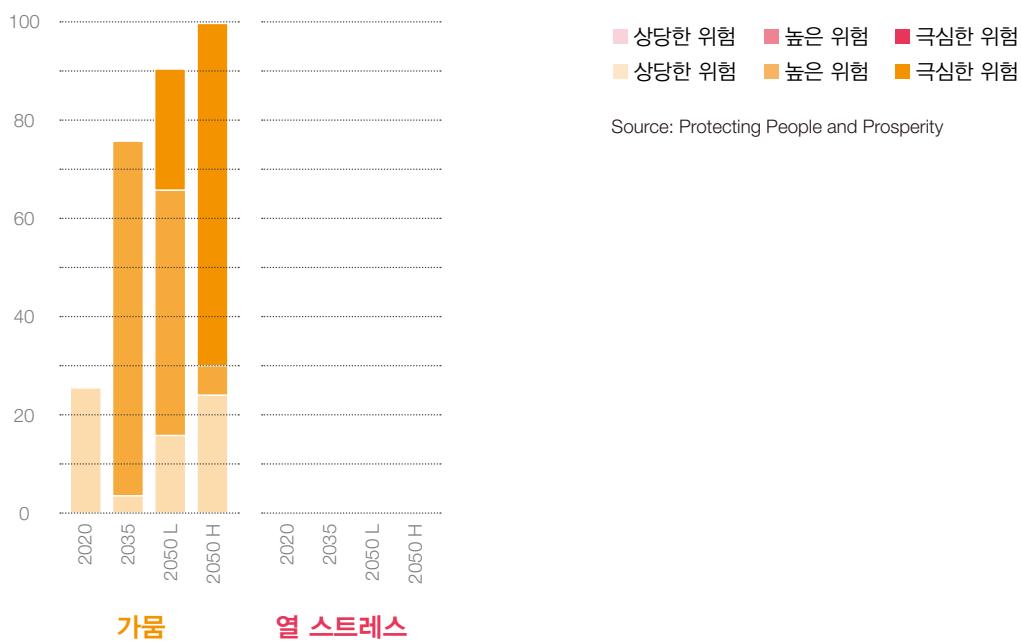
원자재 생산 담당 기업은 이제 기후 변화에 적응할 대비를 갖춰야 한다.

칠레는 세계 최대의 구리 생산국으로, 연간 500만 톤 이상의 구리를 채굴하고 있다. 2035년까지 칠레 구리 생산의 72% 가 높은 가뭄 위험에 직면할 것으로 예상된다. 칠레에서 가뭄이 악화됨에 따라 일부 광산 회사들은 운영에 사용되는 물의 염분이 제거된 해수 사용을 늘리고 있다. 현재 칠레에는 20개 이상의 해수 담수화 공장이 운영 중이며, 2025년까지 10개가 더 가동될 예정이다.

## 칠레: 리스크에 노출된 원자재



참고: 칠레는 또한 주요 리튬 생산국이지만, 동 보고서에서는 칠레의 리튬 생산에 대한 위험을 논의하지 않는다. 그 이유는 칠레에는 리튬 채굴 회사가 거의 없기 때문이다. 이 보고서의 목표는 국가 수준에서의 위험을 논의하는 것이며, 개별 회사에 대한 위험을 논의하는 것이 아니므로, 특정 국가에서 최소 네 개 이상의 회사가 생산하는 상품에 대한 위험만을 논의한다.



## 결론

저탄소 시나리오에서도 원자재는 열 스트레스와 가뭄 위험에 노출될 것이다. 탄소 배출을 줄이더라도 기후 변화의 영향을 완전히 막을 수 없으며, 기업들은 기후 변화가 야기하는 다양한 리스크와 운영상의 문제를 겪을 가능성이 높다. 이는 기업들이 탄소 배출 감축뿐만 아니라 기후 변화에 적응하기 위한 추가적인 조치를 취해야 함을 시사한다.

기후 변화로 인한 위험 수준이 지금 현재 낮은 수치를 보이더라도, 시간이 지남에 따라 그 위험 수준이 급증하고 있다. 이에 따라 원자재 생산 및 소비 기업 모두 이전에는 중요하지 않았던 위험 요소들이 앞으로는 더 큰 문제로 다가올 수 있기 때문에 적절한 대응책을 마련해야 한다.





## Chapter 2: 기업 대응 방안

원자재 생산자와 소비자를 포함한 기업은 현 상황을 파악하고, 비즈니스 운영상의 리스크를 최소화하고 회복력있는 공급망 구축에 집중해야 한다.

비즈니스 리더들은 원자재 리스크에 대비하기 위해 1) 회복력 강화, 2) 새로운 기회 활용, 3) 이해관계자와 협력 도모 등 3가지 단계를 고려할 수 있다.



이 세 가지 단계는 PwC가 세계경제포럼(WEF)과 함께 개발한 프레임워크에서 비롯된 것으로, 기후 변화 적응에 대한 기업의 행동을 가속화하기 위한 것이다. 아래에는 이러한 단계를 성공적으로 적용한 기업들의 선정된 사례 연구를 공유한다.

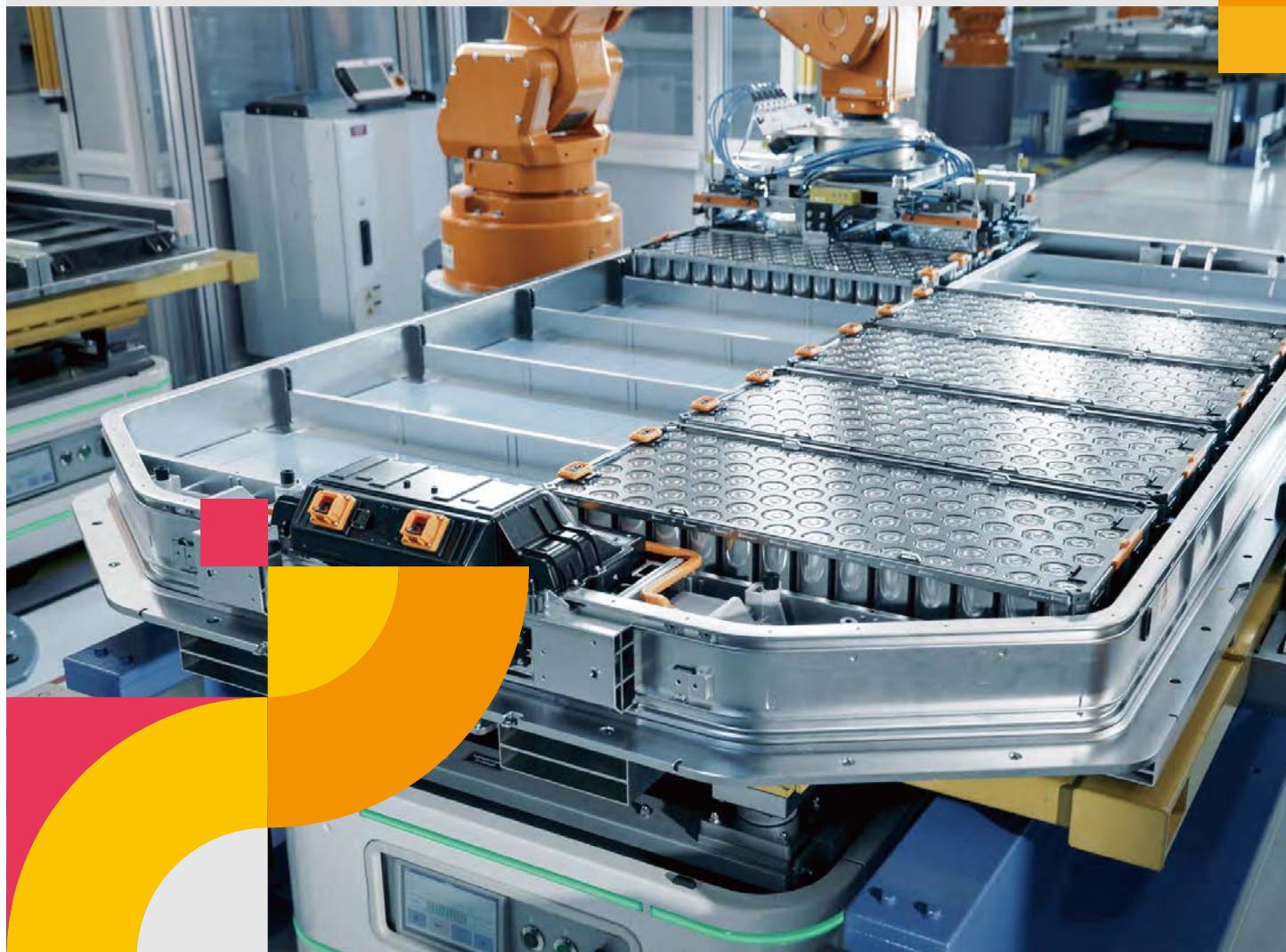


## 사례 연구 1 : 테슬라(Tesla)의 필수 광물 공급망 전략

테슬라는 세계 최대의 전기차 제조업체 중 하나로, 자사 자동차 배터리를 제조하기 위해 리튬과 코발트에 크게 의존하고 있다. 리튬과 코발트는 차량의 주행 거리와 안전 성능을 향상시키는 데 필수적인 역할을 하기 때문이다.

따라서 테슬라는 공급망의 여러 단계를 소유하거나 통제하는 전략인 수직 통합(Vertical Integration)을 구축하고, 공급망 다각화 전략을 채택했다. 현재 텍사스에 자체 리튬 정제소를 건설 중이며, 미국과 캐나다의 리튬 및 니켈 생산업체와 계약을 체결하여 공급업체 기반을 확장하고 있다. 자체 배터리 셀 제조 운영 외에도, 현재 4개의 다른 공급업체로부터 배터리 셀을 조달하고 있다.

테슬라는 연례 기업 리스크 평가를 실시하여 대규모 배터리 및 전기차 부품을 생산하기 위해 설립한 대형 제조 시설인 기가 팩토리(Gigafactory)와 다른 제조 사이트를 대상으로 기후 변화로 인한 물리적인 위험 요소들을 분석한다. 이러한 분석 결과를 바탕으로 테슬라는 중장기 기후 영향을 대비하여 원자재 공급 리스크에 대비하고 원자재 공급 지역을 기후 리스크로부터 보호하는 조치를 모색하고 있다.



## 사례 연구 2 : 몰슨 쿠어스(Molson Coors)와 지역 농부의 협력

미국의 양조업체 몰슨 쿠어스는 생산에 필요한 모든 보리와 캐나다 지사 운영에 필요한 보리의 20%를 생산하는 업계 선도적인 보리 생산 프로그램을 개발했다.

이 프로그램은 1946년에 시작되어 미국 4개 주의 주요 보리 재배 지역에서 20만 에이커에 걸쳐 800명 이상의 농부들이 참여하고 있으며, 이를 통해 양조업체는 지속적으로 높은 수확량과 높은 품질의 보리를 얻고 있다. 이 프로그램은 아이디어에 기반을 둔 연구팀의 지식을 통합하여, 지난 몇십 년 동안 흑백한 재배 환경을 견딜 수 있는 새로운 보리 품종을 개발하고 있다.

또한, 7명으로 구성된 농업 전문가 팀이 농부들에게 재배 조건에 대해 상담하고, 물 흐름, 토양 건강, 해충 방제 등 최적의 실천 방법을 구현하도록 돕고 있다.

이 보리 프로그램은 더 많은 기술을 통합하여 농부들이 더욱 효율적으로 작업할 수 있도록 지원하고 있다. 여기에는 드론과 위성 이미지를 사용한 지도 작성 및 데이터 수집, 토양 내 수분 함량 측정 도구, 정밀 심기 장비 등이 포함된다.

그 결과, 농부들은 예측할 수 없는 날씨 패턴, 가뭄 및 열악한 토양 조건 등 기후 변화가 야기하는 다양한 문제에 낫서기 위해 농업 관행을 조정하고 적응할 수 있게 되었다. 이 프로그램은 수십 년 동안 몰슨 쿠어스와 협력해 온 많은 가족 경영 농가들에게 안정성을 제공하고, 사업에 지속적으로 높은 품질의 보리를 제공함으로써 상호 이익을 가져왔다.





### 사례 연구 3 : 칠레 광산의 물 부족 문제 해결 방안– 담수화 공장 및 직접 리튬 추출(DLE)

2020년 칠레 광산은 154,000톤의 리튬을 생산하였고, 이는 전 세계 총 생산량의 25%를 차지했다. 그러나 분석에 따르면 2025년까지 많은 칠레 광산이 높은 가뭄 위험에 직면할 것으로 예상된다.

또한, 칠레 광산의 과도한 물 사용은 일부 지역 사회에서 물 부족을 증가시켰다. 가뭄 위험이 증가할 것을 예상하여, 칠레의 여러 광산 기업들은 담수화 공장에 투자했다. 현재 칠레에는 22개의 담수화 공장이 운영 중이며, 추가로 9 개의 공장 건설이 계획되어 있다.

담수화 시설에 대한 전략적 투자는 칠레 광산이 증가하는 위험에 대비할 수 있도록 했으며, 가뭄이 잦은 지역에서 대규모 생산을 지원했다. 대형 담수화 공장을 건설하는 것은 비용이 많이 드는 솔루션이지만, 장기적으로 경쟁 우위를 제공할 수 있는 투자이다.

추가로, 직접 리튬 추출(DLE)은 효율적이고 환경 친화적이며 비용 효율적인 리튬 추출 방법을 제공하는 혁신적인 기술로 떠오르고 있다. 전통적인 방법으로 리튬을 추출하는 방법은 다음과 같다. 천연 소금호수에서 가져온 염수를 땅으로 빚긴 다음, '증발못(evaporation pool)'이라 부르는 연못을 만든다. 증발못 안에 염수를 오랫동안 가둬둔 채 자연 증발시키면 수십 배로 농축된 리튬이 추출 된다. 이러한 방식은 많은 시간이 소요되고, 과도한 물 사용과 토지 사용 등으로 주변 생태계에 영향을 미친다.

반면, DLE는 리튬이 풍부한 용액에서 리튬 이온을 선택적으로 추출하는 방법을 사용한다. 이 방법은 칠레의 국가 리튬 전략에 통합되어 있으며, 증발 연못을 필요로 하지 않아 추출 속도가 더 빠르고, 물 소비도 감소하며 토지 사용으로 인한 환경 영향을 최소화 할 수 있다.



#### 사례 연구 4 : PwC가 Mosaic의 운영에 대한 기후 변화 위험 관리 지원



모자이크는 농축 인산염과 칼륨의 선도적인 생산업체로, 기후 변화로 인한 물리적 위험이 글로벌 운영에 미치는 영향을 파악하고자 했다. PwC US의 기후 위험 전문가 팀은 모자이크의 운영에 대한 잠재적인 기후 관련 위험을 파악하기 위해 위험 평가를 수행했다. 다양한 분석 모델과 제3자 전문가 데이터 소스에서 얻은 미래 기후 시나리오를 사용하여 각 위험의 잠재적인 비즈니스 영향을 평가했다.

PwC는 모자이크와 협력하여 사업 전반에 걸쳐 우선순위가 가장 높은 기후 리스크를 식별했다. 기후 위험은 발생할 가능성이 높고 영향을 크게 미칠 수 있는 위험 요소들을 우선적으로 파악하고 정리했다. 초기 워크숍 후, 모자이크는 추가 연구를 위해 네 가지 물리적 위험을 식별했다. PwC는 Mosaic에 영향을 미칠 수 있는 가장 큰 물리적 위험을 분석했다. PwC는 2°C 및 4°C 온도 상승 시나리오를 활용하여, 저탄소 시나리오와 고탄소 시나리오에서 발생할 수 있는 잠재적 위험을 조사했다. 이를 통해 모자이크가 소유한 자산에 대한 위험 스펙트럼을 만들었다. 최종적으로 PwC는 모자이크의 미래 계획과 위험 완화 노력을 분석에 통합했다.

이번 분석 프로젝트는 모자이크가 물리적 위험의 영향을 더 정확하게 파악하게 해주었고, 이를 통해 더 나은 미래 의사결정을 할 수 있도록 지원했다.



### 사례 연구 5 : 네슬레(Nestlé)의 기후 회복력 전략

글로벌 식음료 회사인 네슬레는 현장, 프로젝트 및 공급업체 수준에서 기후 변화 위험 평가를 수행했다. 기후 변화를 주요 위험으로 식별한 후, 회사는 이러한 평가를 통해 기후 관련 위험과 기회를 더 잘 이해하고 관리할 수 있었다. 또한, 기후 시나리오 분석을 사용하여 장기적인 기후 변화의 영향을 파악할 수 있었다.

네슬레는 2025년부터 2040년까지의 물리적 기후 위험 시뮬레이션을 진행했다. 2040년까지 기온 상승이  $1.5^{\circ}\text{C}$  목표를 초과할 경우 발생할 수 있는 시설 손상과 그로 인해 발생할 수 있는 운영 및 생산 문제를 평가했다.

기후 위험 평가와 시나리오 분석에 기반하여, 네슬레는 기후 변화에 의한 물리적 위험을 완화하기 위한 포괄적인 기후 전략을 개발했다. 회사는 또한 시설에 대한 위험을 관리하기 위해 현장별 손실 예방, 비즈니스 연속성 및 물 소비량 감소 전략을 개발했다. 가치 사슬 내에서 재생 농업을 촉진하는 것을 포함하여 지속 가능한 조달을 촉진하기 했다.

이 기후 전략은 네슬레의 기존 시스템 및 프로세스, 포함하여 위험 관리 및 경영진 보상에 통합되었다. 기후 변화 전략에 따라 식별된 적응 조치를 네슬레가 운영하는 모든 지역과 회사가 운영하는 모든 지역과 시장에 걸쳐 실행하고 있다.

재활용은 자원에 대한 의존도를 줄여 기후 리스크로부터 원자재 공급망 보호에 도움을 줄 수 있다. 예를 들어, 미국에서 1톤의 강철을 재활용하면 강철을 만드는 원자재인 철광석 1.1톤을 절약할 수 있다. 최근 몇 년 동안 리튬이온 배터리 재활용이 눈에 띄게 증가했으며, 이로 인해 새로 채굴한 리튬의 필요성이 감소하고 있다. 애플(Apple)은 공급망에서 재활용의 역할을 늘릴 수 있도록 연구하고 있는 여러 기업 중 하나이다.



#### 사례 연구 6 : 애플(Apple), 원자재 채굴 의존도 줄이기 위한 노력

애플은 제품에 재활용 또는 재생 가능한 자재를 사용하는 데 중점을 두고 원자재 채굴 의존도를 줄이기 위한 노력을 강화하고 있다. 현재 애플 제품에 사용되는 자재 중 약 20%가 재활용 또는 재생 가능한 자재에서 비롯되지만, 2025년까지 제품에 사용되는 모든 배터리에 100% 재활용 코발트를 사용하고, 모든 인쇄 회로 기판에 100% 재활용 주석과 도금된 재료를 사용하며, 모든 자석에 100% 재활용 희토류 원소를 사용할 계획이다. 이를 통해 새로운 원자재의 채굴, 제련 및 정제에 대한 의존도를 줄이고, 장기적으로는 새로운 자재 채굴에 대한 의존도를 점점 더 줄여 나가는 것을 목표로 하고 있다.

또한 애플은 Responsible Minerals Initiative(RMI)와 Platform for Accelerating the Circular Economy(PACE)와 같은 산업 이니셔티브에 참여함으로써 다른 기업 및 조직과 협력하고 있다. PACE는 공공 및 민간 의사 결정권자들이 순환 경제를 향한 모범 사례를 공유하기 위한 글로벌 협력 플랫폼이다.



## Endnotes

1. Climate change increases the risk of a variety of perils from flooding to hurricanes. In this report, we focus on two perils known to be detrimental to mining production: heat stress and drought.
2. European Central Bank, Supply chain disruptions and the effects on the global economy.'; White House, 'Issue Brief: Supply Chain Resilience.'; World Bank 'Global Supply Chain Stress Index.'
3. 'Expansion of Desalination Plants in the Face of Drought in Chile – How Mining is Forcibly Adapting' - Intellisense
4. The US government recognises lithium, cobalt, copper, zinc, and aluminium as critical materials. (Energy.gov 'What are critical minerals and materials?')
5. Academic research finds that climate change has already reduced the growth of overall global agricultural productivity by between 30 and 35 percent.
6. For more information on our methodology and how we calculate levels of heat stress and drought risk, please see the Methodology Appendices in the first report in this series.
7. Climate change often influences precipitation patterns so that "dry gets drier, and wet gets wetter."
8. NOAA (2016) U.S. Climate Resilience Toolkit: Great Lakes - link
9. 'Expansion of Desalination Plants in the Face of Drought in Chile – How Mining is Forcibly Adapting' - Intellisense
10. Apple Environmental report - link

## Acknowledgements

PwC would like to thank the following for their analysis and expertise:

### Project Owners

Will Jackson-Moore, Global Sustainability Leader, Partner, PwC UK

Emma Cox, Global Climate Leader, Partner, PwC UK

Renate de Lange, Global Sustainability Markets Leader, Partner, PwC Netherlands

### Research Leaders

Steve Bochanski, Climate Risk Modeling Leader, Principal, PwC US

Barret Kupelian, UK Chief Economist, PwC UK

### PwC US climate risk team

Yoon Hui Kim, Climate Risk Modeling Services, Principal, PwC US

Robert Bernard, Risk Modelling Services, Director, PwC US

Barbara Wortham, Climate Change/Risk Modeling Services, PwC US

Doug Kerwin, Global Risk & Resilience Pillar Lead at PwC Sustainability Centre, PwC US

Zane Martin, Climate Change Analyst, PwC US

Jeremy Block, Climate Change Analyst, PwC US

Ginny Crothers, Climate Change Analyst and Developer, PwC US

Peyton Sanborn, Climate Risk Associate, PwC US

## PwC UK macroeconomics team

Sida Yin, Economist, Strategy&, PwC UK

Hugh Myers, Economist, Strategy&, PwC UK

Adam Ursell, Associate Economic Consultant, Strategy&, PwC UK

Tash Danby, Brand Ambassador, PwC UK

Wilfred Rutter, Economic Consulting Intern at Strategy&, PwC UK

## Advisors

Lit Ping Low, Asia Pacific Sustainability, Climate Change Partner, PwC Hong Kong

Bram de Graaff, Policy Analysis and Impact Assessment, Corporate Sustainability and ESG, Director, PwC Middle East

Olesya Hatop, PwC Global Energy Utilities & Resources Industry Executive, Director, PwC Germany

Gunther Duetsch, Sustainability Services & Climate Change, Partner, PwC Germany

Rachel Watson, Sustainability, Director, PwC UK

Will Evison, Global Sustainability, Climate and Nature Strategy, Director, PwC UK

Reid Morrison, Global Energy Advisory Leader, Principal, PwC US

Jeremy Prepscious, Asia Pacific Sustainability, Sustainable Supply Chains, Managing Director, PwC Hong Kong

Robert Moline, Consulting, Partner, PwC US

Daniel O'Brien, Sustainability and Climate Change, Partner, PwC Canada

Kevin O'Connell, Trust Solutions Sustainability Leader, Partner, PwC US

Duangsuda Sopchokchai, Economics and Policy, Director, PwC Canada

Reem Hamzeh, Climate Change, Director, PwC Canada

Alexandra Colallilo, Manager, PwC Australia

Fabio Pereira, Agribusiness Center of Excellence, Director, PwC Brazil

Mauricio Moraes, Leader of the Agribusiness sector, Partner, PwC Brazil

Harald Dutzler, Strategy& Agrifood Community, Global Lead, Partner, PwC Germany

Debbie Smith, Assurance, Partner, PwC Australia

Rita Li, Partner, PwC China

Jon Chadwick, Global Sustainability Platform - Energy Transition Lead, PwC Australia

David McGee, Strategy&, ESG Leader, PwC Ireland

Priyank Bhardwaj, Director, PwC India

Marcelo Cioffi, Markets Leader, PwC Brazil

Carla DeSantis, Operations Transformation, Partner, PwC US

Owen McFeely, Consulting Director - Retail & Consumer, PwC Ireland

Ben Wakely, Food and Fibre Sector Transformation, Partner, PwC New Zealand

Shashi Singh, Partner, Food & Agriculture Sector, PwC India

Michael Brewster, Industry Executive, Global Consumer Markets, PwC US

Stuti Sethi, Strategy&, Global Rethink Food Campaign Lead, Director, PwC Netherlands

Stuart Thomson, Consulting, PwC UK

Virginia Loughnan, Manager, ESG Advisory, PwC Ireland

James O'Reilly, PwC Global Tax Leader - Energy, Utilities and Resources , PwC US

David Buist, Energy and Mining, Partner, PwC US

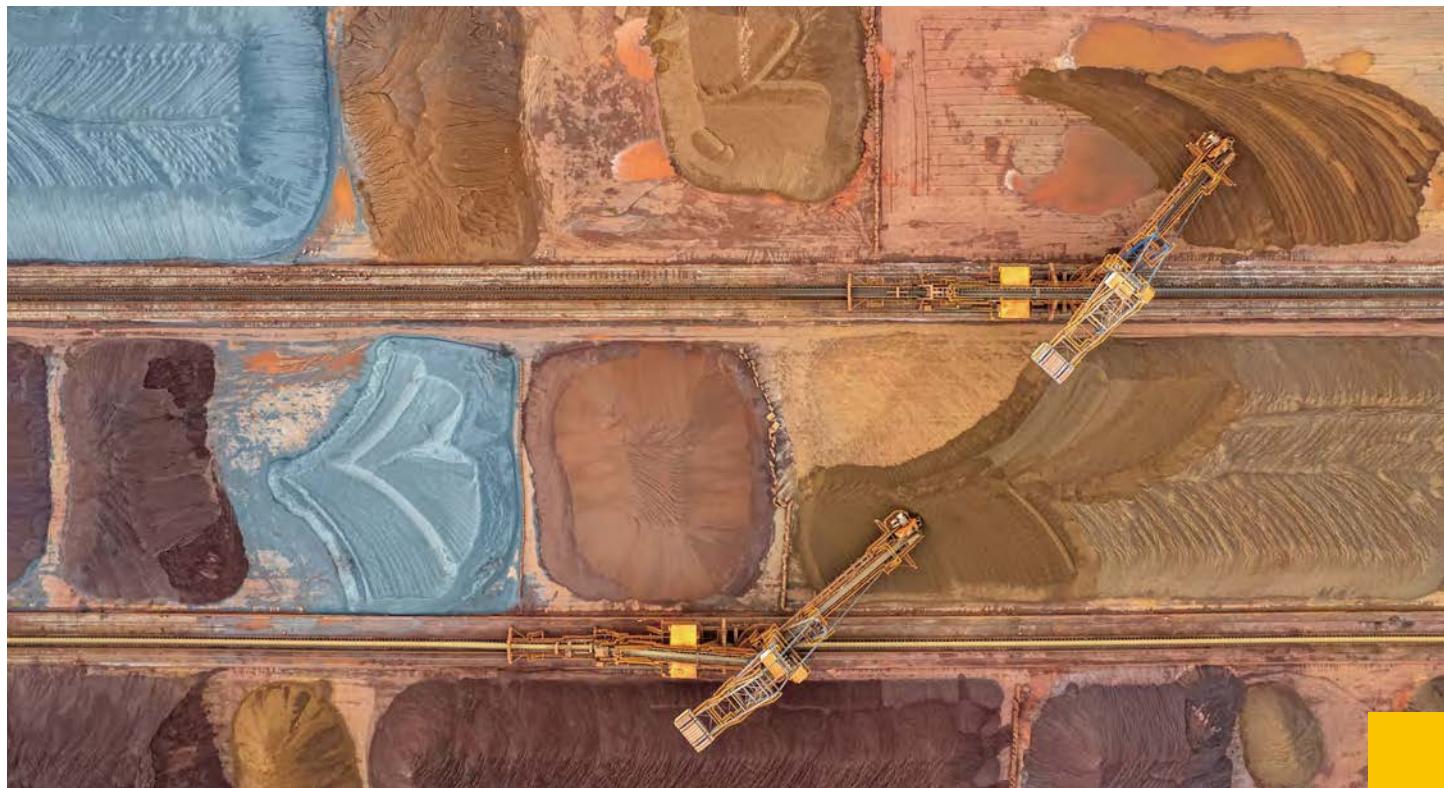
Lindsey Levine, Energy and Mining, Director, PwC US

Ester Drogue, Capital Projects & Infrastructure, PwC Chile

Andries Rossouw, EU&R Leader, Partner, PwC South Africa  
Jeroen van Hoof, External Audit, Partner, PwC Netherlands  
Andrés Sanin, Consulting, PwC Chile  
Ester Drogue, Consulting, PwC Chile  
Carlos Rivas, Consulting, PwC Chile  
Valentina Aguilera, Consulting, PwC Chile  
María Soledad Aguilar, Consulting, PwC Chile  
Luca Fecci, Consulting, PwC Chile  
Rob Turner, Energy Consulting Partner, PwC UK  
Kareem Mohamednur, Sustainable Supply Chain Lead, Partner, PwC US  
David Wijeratne, Partner, International Growth, PwC Singapore  
K.B. Clausen, Partner, PwC US  
Alexis Crowe, Global Opportunity Practice, Partner, PwC US  
Emma Doherty, Global Climate Resilience and Adaptation Lead, PwC UK  
Mikaella Cormella, Risk Assurance Compliance and Analytics - Sustainability, PwC US  
Robert Kammerer, Sustainability Risk & Resilience, Partner, PwC Germany  
Doug Kerwin, Climate Risk & Resilience Lead, Global Sustainability Centre, PwC US  
Josie Narramore, Global Sustainability & Climate Change, PwC UK

## Content development

Sarah Brown, Content Development Director, PwC UK



## Sustainability Platform

### 스티븐 강 Partner

Sustainability Platform Leader

Steven.c.kang@pwc.com

02 709 4788

## Sustainability Reporting & Assurance

### 권미업 Partner

Assurance

miyop.kwon@pwc.com

02 709 7938

### 김도연 Partner

Assurance

kim.doyeon@pwc.com

02 709 4079

### 심재경 Partner

Assurance

jea-kyoung.shim@pwc.com

02 709 7083

### 정우진 Partner

Assurance

woojin.jung@pwc.com

02-3781-1741

### 김한내 Partner

Assurance

han-nae.kim@pwc.com

02-709-8797

### 이혜민 Partner

Tax

hye-min.lee@pwc.com

02-3781-1732

## Sustainability Advisory

### 이진규 Partner

Assurance

jin-kyu.lee@pwc.com

02 3781 9105

### 박경상 Partner

Assurance

kyoungsang.park@pwc.com

02 3781 0029

### 이보화 Partner

Assurance

bo-hwa.lee@pwc.com

02 3781 0124

### 소주현 Partner

Tax

so.juhyun@pwc.com

02 3781 0124

### 곽윤구 Partner

Deals

yun-goo.kwak@pwc.com

02 3781 2501

**www.samil.com**

삼일회계법인의 간행물은 일반적인 정보제공 및 지식전달을 위하여 제작된 것으로, 구체적인 회계이슈나 세무이슈 등에 대한 삼일회계법인의 의견이 아님을 유념하여 주시기 바랍니다. 본 간행물의 정보를 이용하여 문제가 발생하는 경우 삼일회계법인은 어떠한 법적 책임도 지지 아니하며, 본 간행물의 정보와 관련하여 의사결정이 필요한 경우에는 반드시 삼일회계법인 전문가의 자문 또는 조언을 받으시기 바랍니다.

S/N: 2411W-RP-076

© 2024 Samil PwC. All rights reserved. PwC refers to the PwC network and/or one or more of its member firms, each of which is a separate legal entity. Please see [www.pwc.com/structure](http://www.pwc.com/structure) for further details.