

라오스 기후·대기 산업 심층 분석 리포트

1. 라오스 기후·대기 산업 개황	02
◦ 대기 오염 현황	
2. 라오스 기후·대기 정책 및 규제 정보	04
◦ 대기 관련 정책, 대기 규제 정보	
3. 라오스 기후·대기 주요 프로젝트 및 기업 정보	07
◦ 대기 관련 주요 프로젝트	
◦ 대기 관련 현지 주요 기업 정보	
◦ 현지 전문가 인터뷰	
참고문헌	11

■ 라오스 기후·대기 산업 시장 요약

- ① **현지 대기질 오염 심각 수준**
 - 라오스, 연평균 미세먼지 농도 WHO 권장 기준 초과
 - 주요 대기 오염 원인, 발전소·제조업·차량 배기가스·농업
- ② **대기질 개선을 위해 정책 강화**
 - 라오스 정부, ‘국가오염통제전략’ 시행
 - 오염원별 대기 배출 기준 개정
- ③ **글로벌 기업 다수 라오스 진출**
 - 유럽, 미국 등 기술력 보유 기업 다수 진출
 - 제품 공급 외에도 컨설팅, 건설 및 운영 서비스 등 제공

1. 라오스 기후·대기 산업 개황

1) 대기 오염 현황

WHO 권장 대기질 환경 기준

PM _{2.5} (1yr)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM ₁₀ (1yr)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
SO ₂ (24hr)	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂ (1yr)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

▶ 라오스, 연평균 미세먼지 농도 WHO 권장 기준 초과¹⁾

라오스의 연평균 초미세먼지(PM_{2.5}) 농도는 20.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 세계보건기구(World Health Organization, WHO) 권장 기준인 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 2배 이상 초과하는 것으로 나타남. 2019년 라오스의 대기오염으로 인한 사망자는 7,770명으로 추산됨. 2020년 환경평가지표(Environmental Performance Index, EPI)에 따르면, 라오스의 대기질은 180개국 중 135위, 오염물질 배출 현황은 168위임

[표 1] 라오스-한국 대기 관련 주요 지표 현황 비교

구분	글로벌 평균	라오스	한국
대기 질	44.2점	27.8점 (135위)	71.7점 (28위)
PM _{2.5} 노출(가중 평균)	42.7점	41.3점 (86위)	53.8점 (45위)
가정용 고체 연료 오염	46.1점	9.4점 (161위)	100점 (1위)
오염물질 배출	61.9점	21.3점 (168위)	100점 (1위)
황산화물(SO ₂)발생 증가율	68.2점	40.3점 (146위)	100점 (1위)
이산화질소(NO _x)발생 증가율	57.6점	2.4점 (172위)	100점 (1위)

자료 : 환경성과지표(EPI) 홈페이지(epi.yale.edu)

▶ 수도 비엔티안의 대기오염물질 배출량 가장 많아

라오스의 지역별 대기오염물질 배출량은 수도인 비엔티안(Vientiane)이 가장 많으며, 캄무안(Khammouane)주, 비엔티안주, 사반나케트(Savannakhet)주, 루앙프라방(Luang Prabang)주 순으로 나타남. 이어서 라오스는 2003년부터 경제특별구역을 지정해 산업 개발에 힘쓰고 있어, 이들 구역이 위치한 지역의 대기오염이 가중되고 있음. 라오스의 경제특별구역은 총 12개로, 이 가운데 5개가 수도 비엔티안에 위치함. 그 밖에 캄무안주에 2개, 사반나케트 주와 루앙프라방 주에 각각 1개의 경제특별구역이 위치해 있음

[표 2] 라오스 지역별 대기오염물질 배출량

(단위 : 톤)

오염물질	비엔티안 시	캄무안 주	비엔티안 주	사반나케트 주	루앙프라방 주
황산화물(SO ₂)	8,777	9,712	7,392	3,342	3,242
이산화질소(NO ₂)	4,794	3,836	3,629	2,171	1,880
일산화탄소(CO)	4,203	2,480	1,164	2,024	580
휘발성 유기 화합물(VOC)	3,540	1,221	605	1,043	254
미세먼지(PM ₁₀)	2,772	5,571	5,468	967	2,278
총 먼지(TSP)	3,199	4,107	3,446	1,823	1,760
합계	27,287	26,928	21,705	11,371	9,995

자료: 아시아개발은행(ADB), 「Estimating Industrial Pollution in Lao PDR」, 2018

1) State of Global Air, 「Average Annual Population-Weighted PM_{2.5}」, 2020

▶ 라오스 주요 대기 오염 원인, 발전소·제조업·차량 배기가스·농업

라오스의 급격한 경제 성장과 산업 발전은 오염물질 배출 수준을 높이고 있음. 대기오염은 주로 산업시설, 석탄을 이용한 발전 시설, 건설, 교통, 농업, 광업, 도시 활동 등에 의해 발생하고 있음. 차량 배기가스, 폐기물 소각, 화전, 공장 등이 주요 오염물질 배출원임. 또한, 시멘트, 석회, 석고 부문의 10개 기업이 SO₂, NO₂, PM₁₀, TSP 배출량의 80.87%를 차지하는 것으로 나타남.²⁾ 추가로, 아직 라오스의 많은 인구가 매일 취사용 연료로 나무 또는 목탄을 사용하고 있다는 점도 대기오염의 원인 중 하나가 되고 있음

[표 3] 라오스 2016년 산업별 대기오염물질 배출량

구분	주요 대기오염물질(t)					
	SO ₂	NO ₂	CO	VOC	PM ₁₀	TSP
전체						
시멘트, 석회, 석고	19,253	8,939	1,088	51	16,009	9,311
기본 공업약품(비료 제외)	2,712	2,014	1,556	1,574	92	436
비철금속 산업	5,144	167	2,393	187	47	432
철강 산업	2,250	977	3,506	301	622	521
건축용 점토제품	352	3,401	808	276	544	2,670
제재소, 목재소	455	1,029	2,594	1,103	41	1,432
펄프, 제지	1,705	890	1,947	269	97	335
탄산음료 제조	1,818	1,432	89	149	3	100
목재 및 코르크 제품	452	292	653	885	267	665

자료 : 아시아개발은행(ADB), 「Estimating Industrial Pollution in Lao PDR」, 2018

라오스 천연자원환경부
(The Ministry of Natural Resources and the Environment, MONRE)



홈페이지	monre.gov.la
개요	라오스 환경 분야 중앙정부부처

▶ 인접국 태국·미얀마의 산불로 대기오염 영향

태국, 미얀마처럼 인접한 국가의 잦은 산불로 인한 연무(haze)는 라오스의 대기오염에 악영향을 미치고 있음. 2021년 3월 20일 라오스 천연자원환경부(The Ministry of Natural Resources and the Environment, MONRE)는 주변 국가의 산불, 화전, 쓰레기 소각 등으로 인해 대기질이 악화되고 있으며, 이에 비엔티안 및 루앙프라방에서 PM_{2.5} 모니터링을 시작했다고 밝힘.³⁾ 라오스 정부는 산불과 무허가 쓰레기 소각을 규제하기 위해 노력하고 있음. MONRE는 대기오염 위험 지역에 대기질 모니터링 장비를 늘리는 한편, 각 지방당국은 산불 및 무허가 쓰레기 소각 단속을 강화하고 있음

2) The Ministry of Natural Resources and the Environment, 「Lao PDR. National Pollution Control Strategy and Action Plan 2018-2025, with Vision to 2030」, 2017

3) The Star, 「Laos: Ministry monitoring air pollution levels, Luang Prabang exceeds safe limit」, 2021-03-20

2. 라오스 기후·대기 정책 및 규제 정보

1) 대기 관련 정책

▶ 라오스 정부, ‘국가오염통제전략’ 시행

라오스 정부는 2018~2025년 기간 동안 ‘국가오염통제전략(National Pollution Control Strategy)’을 시행하기로 함. 이는 라오스의 국가 번영과 지속 가능한 발전을 목표로 폐기물 저감 및 저탄소 녹색 경제를 위한 근본적인 여건을 조성한다는 비전으로, 모든 개발 활동에 환경오염 방지 및 통제 조치를 촉진 및 통합하는 것을 목적으로 함

[표 4] 라오스 ‘국가오염통제전략’ 주요 내용

구분	내용
비전	- 국가 번영과 지속 가능한 발전을 목표로 폐기물 저감 및 저탄소 녹색 경제를 위한 근본적인 여건 조성을 위한 환경오염 방지 및 개선
임무	- 라오스의 지속 가능한 발전을 위해 환경오염 방지 및 통제를 위한 전반적인 지침 제공
목표	- 사회 및 경제적 복지를 위해 깨끗하고 건강한 환경을 달성하는 데 기여
목적	- 모든 개발 활동에 환경오염 방지 및 통제 조치를 촉진 및 통합
주요 내용	- 2025년까지 유해물질로 인해 발생하는 불가피한 오염을 방지, 통제 및 감소 - 환경품질표준 및/또는 국가오염관리표준에 따라 환경영향 저감 - 라오스의 환경 조건 변화 방지

자료 : 라오스 천연자원환경부(MONRE) 홈페이지(monre.gov.la)

▶ 국가오염통제전략의 두 가지 전략적 축: 오염 방지 및 오염 통제

라오스 국가오염통제전략은 오염 방지와 오염 통제를 두 가지 전략적 축으로 설정하고, 10개의 하위 전략을 통해 세부적인 시행 계획을 수립함. 오염 방지는 원자재, 물, 에너지 및 기타 자원의 효율적인 활용을 강조하고, 유해물질을 덜 위험한 물질로 대체하며, 생산 공정에서 발생하는 독성 물질을 제거하는 데 중점을 두고 있음. 오염이 발생하기 전에 배출물과 폐기물을 최소화하는 원료 및 제조 기술을 활용하는 전략으로 구성됨. 반면 오염 통제는 대기, 수자원, 토지로 배출되는 유해물질이 환경에 미치는 피해를 제한하고 완화하는 것을 목표로 함

[표 5] 라오스 ‘국가오염통제전략’의 세부 전략

전략	하위 전략	내용
오염 방지	제도적 메커니즘 강화	- 국가 환경오염 관리를 위한 운영 위원회와 조정 위원회의 구성 및 운영
	모든 개발 활동에 오염 방지 조치 포함 의무화	- 분야별, 지역별 정책 및 전략에 오염 통제 조치 포함 - 연간 개발 계획에 오염 통제 조치 포함
	오염물질 배출의 원천적 최소화 및 저감	- 지자체 차원에서 폐기물 수집 및 분리 배출 - 가정용 및 산업용 폐기물 분리 및 재활용 - 친환경 차량 사용 촉진
	대중 인식 제고	- 공공장소 정화 활동 - 민관협력 모델에 따른 오염 통제 프로젝트 실시
오염 통제	관련법 준수 강화	- 기업의 오염 통제 관련 법률 준수 비율 확대 - 기업의 오염 방지 설비 운영 확대 - 보상 및 불이익을 통한 오염 통제
	포괄적인 폐기물 관리	- 기업/가정의 폐기물 분리 배출 체계화 - 기업의 폐수 처리장 운영 확대 - 지자체 차원의 통합 폐기물 관리 확대
	법적 조치를 통한 책임 강화	- 오염 통제와 관련하여 중복/모순 규제 개선 - 지역별 환경오염 감시 시설 확충
	환경오염 발생 주체의 비용 부담	- 환경오염 발생 주체의 피해 보상 강화 - 환경 복원 활동 수행 증가
	환경오염 문제 해결을 위한 국제 협력	- 국제 협력 메커니즘 - 환경오염 모니터링 스테이션 확대 - 환경오염 대응을 위한 국제 이니셔티브 참여 확대
	환경재해 대응을 위한 대비 태세 강화	- 재난구조위원회에 환경 사고 관리 업무 추가 - 환경세 도입 - 환경 신탁/기금 운용

자료 : 라오스 천연자원환경부 「Lao PDR. National Pollution Control Strategy and Action Plan 2018-2025, with Vision to 2030」, 2017

2) 대기 규제 정보

▶ 대기질 환경 기준, 한국보다 다소 약한 수준

라오스는 2009년 제정한 국가환경품질표준(National Environmental Quality Standards)을 2017년 3월 개정하여 강화함. 해당 기준은 한국보다 다소 약한 수준이며, 이를 준수하고 있는지를 파악할 수 있는 분석 역량이 부족한 것이 한계로 평가됨

[표 6] 대기 중 최대 농도 제한(권장) 기준

기준	농도 매개 변수					
	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO	오존(O ₃)
	ppm(1h)	ppm(1h)	μg/m ³ (24h)	μg/m ³ (24h)	μg/m ³ (1h)	μg/m ³ (1h)
라오스 권장	0.13	0.11	120	50	30000	200
한국 권장	0.15	0.10	100	35	28640	196

자료 : 라오스 천연자원환경부(MONRE) 홈페이지(monre.gov.la), 한국 법령정보시스템 홈페이지(law.go.kr)

▶ 오염원별 대기 배출 기준 개정

라오스는 2017년 3월 환경보호법(Law on Environment Protection) 제27조 및 제32조를 개정하여 오염원별 대기오염물질 배출 기준을 강화함

[표 7] 산업별 대기 배출 기준

오염원	총 먼지 mg/m ³	SO ₂	CO	NO _x	
		ppm	ppm	ppm	
보일러/가마	석유	240	950	-	200
	석탄	320	700	-	400
	바이오매스	320	60	-	200
	기타 연료	320	60	-	200
금속 압출/프레스 (스틸 및 알루미늄)	연료 연소 無	300	-	-	-
	연료 연소 有	240	-	-	-
일반 공업	연료 연소 無	400	500	870	-
	연료 연소 有	320	-	690	-
화력 발전 (>500MW)	석탄	120	320	-	350
	석유	120	320	-	180
	가스	60	20	-	120
화력 발전 (300~500MW)	석탄	120	450	-	350
	석유	120	450	-	180
	가스	60	20	-	120
화력 발전 (<300MW)	석탄	120	640	-	350
	석유	120	640	-	180
	가스	60	20	-	120
야금	-	120	180	-	120
시멘트 공장	-	120	50	-	500
소각로	일일 1~50t	400	30	-	250
	일일 50t 초과	120	30	-	180

자료 : 라오스 천연자원환경부(MONRE) 홈페이지(monre.gov.la)

3. 라오스 기후·대기 주요 프로젝트 및 기업 정보

1) 대기 관련 주요 프로젝트

▶ 라오스, 국가 주도 프로젝트 대부분

라오스 기후·대기 프로젝트는 정부 주도 및 국제 협력을 통해 진행되는 프로젝트가 대부분인 것으로 보임. 특히 삼림 조성 및 벌채 방지 프로젝트가 많으며 도시 및 경제특구 지역을 중심으로 대기 환경 관련 프로젝트가 이루어지고 있음

[표 8] 현지 주요 프로젝트 정보

■ 세부 정보 제공

구분	프로젝트명	발주처	사업 기간
대기	전국 3만 6,950헥타르 식목 목표	라오스 정부	2021년
기후	삼림 벌채 방지를 통한 기후 보호	후아판 주 정부	2017년~2018년
대기	지속 가능한 도시 교통 프로젝트	비엔티안 시 정부	2017년~
대기	Urban-LEDS II 대기질 모니터링 장비 설치	라오스 천연자원환경부	2018년~2020년
기후	사이셋타경제특구(SDZ) 탄소 배출 저감 시범지역	라오스 천연자원환경부 중국 생태환경부	2021년~

자료 : EC21 R&C 수집 및 가공

[표 9] Urban-LEDS II 프로젝트

구분	내용
주도 기관	UN-Habitat 및 지속가능성을 위한 세계지방정부 협의회(Local Governments for Sustainability, ICLEI)
주요 내용	<ul style="list-style-type: none"> - Urban-LEDS는 UN-Habitat와 ICLEI가 온실가스 배출량의 상당 부분을 차지하는 도시 지역의 저탄소 개발 및 기후복원 활동을 지원하는 프로젝트임 - 전 세계 60개 이상 도시의 '저배출 개발 전략(Low-Emission Development Strategy, LEDS)'을 개발하고 함께 협력하는 것을 목적으로 함 - 라오스는 2017년부터 Urban-LEDS II에 참여, 총 8개 지역이 참가함

자료 : 어반LEDS(Urban LEDS) 홈페이지(urban-leds.org)

2) 대기 관련
현지 주요 기업

▶ 미국, 유럽 등 외국 기업 주로 활동

라오스는 현지 기업보다는 미국, 유럽 등 다수의 글로벌 기업이 주로 현지에서 활동 중임. 진출한 글로벌 기업들은 대기 외에도 물환경, 폐기물 관련 사업을 진행하고 있으며, 제품 공급 외에도 컨설팅, 건설 및 운영 등을 진행하고 있음

[표 10] 현지 기후대기 관련 기업 현황

■ 세부 정보 제공

기업명	국적	사업분야	관련 서비스 및 제품
테캄 (TECAM)	스페인	대기	맞춤형 대기오염물질 처리 시스템
CTP (Chemisch Themische Prozesstechnik GmbH)	오스트리아	대기 (EPC)*	VOC, 질소산화물 등 대기 오염물질 제거 시스템
캠필 에어 폴루션 컨트롤 (Camfil Air Pollution Control)	미국	대기	집진기, 에어필터, VOC 제어 장치 등
양구일 인바이런멘탈 시스템 (Anguil Environmental System Inc)	미국	물환경, 대기 (EPC)	산업시설 대기오염물질 처리, 산업용수처리 등
에어리온 (AEREON)	미국	대기 (EPC)	유증기 회수 장치(VRU), 배기가스 연소 장치 등
엔베아 (ENVEA)	프랑스	대기 (EPC)	배출물질 모니터링 시스템 등
문터스 (Munters)	스웨덴	대기 (EPC)	축열시 연소장치 (Regenerative Thermal Oxidation, RTO) 등 VOC 저감 기술

* EPC: 설계·조달·시공(Engineering Procurement & Construction)

자료: 각사 홈페이지, 인바이런멘탈 엑스퍼트(Environmental Expert) 홈페이지(environmental-expert.com)

▶ 양구일 인바이런멘탈 시스템, 태국 대리점 통해 라오스 시장 진출

양구일 인바이런멘탈 시스템(Anguil Environmental System)은 1978년 설립되어 미국에 본사를 두고 있음. 산업 대기오염 제어 시스템 전문기업으로 VOC, NOx 등 대기오염물질의 제거 및 저감 장치를 제공함. 태국 라오스에 위치한 대리점인 시암이스트 (SIAMEAST COMPANY LTD.)를 통해 라오스 시장에 제품을 공급하고 있음

[표 11] 양구일 인바이런멘탈 시스템(Anguil Environmental System) 기업 정보

기업 개요	- 1978년 설립 / 매출 : 글로벌 \$7,500만 / 직원 수 : 80여명
홈페이지	anguil.com
주요 정보 (2019년)	- 1978년 설립, 5개 해외지사 · VOC 및 NOx 등 대기오염물질 제거 및 저감 시스템 공급 - 태국 대리점 SIAMEAST COMPANY LTD

자료 : 양구일 인바이런멘탈 시스템(Anguil Environmental System) 홈페이지(anguil.com)

3) 현지 기후/대기 전문가 인터뷰

라오스 녹색기후기금
(Green Climate Fund - Laos)



성함	Samantha Rabine
직위/부서	지역전문가 (Regional Officer)
홈페이지	www.greenclimate.fund/countries/laopdr

Q1. 기업 소개 부탁드립니다

저희 녹색기후기금(GCF)은 유엔기후변화협약(UNFCCC) 소속 국제기구입니다. 저희는 개발도상국의 기후변화 대응을 지원하고 있습니다. 또 지속가능한 성장과 녹색 경제로의 전환을 위해 다양한 프로그램을 실행하고 선진국들로부터 기금을 조달 및 지원하고 있습니다.

Q2. 최근 라오스 기후/대기 관련 주요 이슈는 무엇입니까?

라오스는 현재 심각한 대기오염 문제를 겪고 있습니다. 주요 원인으로, 산업발전, 공장의 유해물질 배출, 광업, 농업과 폐기물 불법투기 및 소각 등으로 볼 수 있습니다. 특히, 라오스의 가장 오염된 도시인 수도 비엔티안은 초미세먼지 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 아주 심각한 상황입니다. 그런데도, 정부는 이에 대한 구체적인 규제를 시행하지 않아 논란이 되고 있습니다.

Q3. 기후/대기 관련 주요 정책 및 실행계획은 무엇이 있나요?

2020년 MONRE는 초미세먼지 수치가 전례없는 수준으로 급증했다는 보고서에 따라 대기질 개선을 위한 유해물질 관련법을 적용하기로 했습니다. 이어서, MONRE의 소속 라오스 오염관리국(PCD)는 2030년까지 라오스의 대기오염을 줄이고자 국가오염통제전략(National Pollution Control Strategy)을 준비 중입니다.

Q4. 현재 산업별 제재 대상은?

최근 라오스는 개인 소득의 증가로 소비가 증가하고, 잇따라 생산량도 함께 증가했습니다. 이런 생산활동의 증가는 대기, 물, 그리고 토양 오염에 많은 영향을 끼칩니다. 또한, 불법 폐기물에 대한 정부의 규제는 강력하지 않아 대기오염이 악화하고 시민들은 건강문제를 겪었습니다. 라오스에서는 폐기물 관리가 환경법에 포함되지만, 폐기물 관리가 효과적으로 구현되거나 시행되지는 않는 것이 문제입니다. 이 때문에 MONRE의 새로운 2030 대기질 개선 전략에서 독성 물질 배출 및 불법 투기 제한 관련 법과 청정 에너지원로의 전환 계획에 대한 기대가 큰 것으로 나타납니다.

3) 현지 기후/대기 전문가 인터뷰

Q5. 주요 프로젝트와 선호 기술은 무엇인가요?

현재 라오스는 청정에너지로의 전환이 시급합니다. 라오스 공장은 장작과 화석연료를 주요 에너지원으로 사용합니다. 장작을 태우면 많은 탄소가 배출되며, 디젤을 연소하면 이산화황 및 질소산화물과 같은 오염물질이 발생합니다. 이러한 연료 사용은 대기오염을 악화시키기 때문에 청정에너지 관련 기술과 프로젝트가 어느 때보다 선호되고 있습니다.

하지만, 현실적으로 라오스 정부는 스스로 프로젝트를 실행하기에는 자금이 부족합니다. 이 때문에, 외국기업의 투자를 통하여 제품과 기술을 수입하고 국내 기술을 발전시키고자 합니다. 추가로, 라오스 프로젝트 소유자는 프로젝트 및 활동의 '환경 및 사회적 영향 평가'를 무조건 수행할 책임이 있습니다. 이 지침은 국내외 기업의 모든 투자 프로젝트 및 활동에 해당합니다.

Q6. 한국 기업이 현지 진출 시, 주의해야 할 사항은 무엇인가요?

전반적으로, 한국 수입품은 품질이 우수하여 인기가 많고 한국 자동차 산업에 대하여 널리 알려져 있습니다. 하지만, 환경기술 또는 장비 분야에 대해서는 아직 인지도가 낮은 것이 현실입니다. 이 때문에, 라오스 시장에 진출하기 전에, 이러한 특성을 고려하여 해외직접투자 방식 또는 다양한 프로젝트를 통하여 진출하는 것이 적절하다고 생각합니다.

참고 문헌

□ 참고자료

1. 아시아개발은행(Asian Development Bank), 「Estimating Industrial Pollution in Lao PDR」, 2018
2. 라오스 천연자원환경부(MONRE) 「National Pollution Control Strategy and Action Plan 2018-2025, with Vision to 2030」, 2017

□ 참고 사이트

1. 환경성과지표(EPI) 홈페이지(epi.yale.edu)
2. 글로벌대기상태(State of Global Air) 홈페이지(stateofglobalair.org)
3. 라오스 천연자원환경부(MONRE) 홈페이지(monre.gov.la)
4. 더스타(The Star) 홈페이지(thestar.com.my)
5. 어반LEDS(Urban LEDS) 홈페이지(urban-leds.org)
6. 인바이론멘탈 엑스퍼트(Environmental Expert) 홈페이지(environmental-expert.com)
7. 양구일 인바이런멘탈 시스템(Anguill Environmental System) 홈페이지(anguil.com)