

캘리포니아주
공기자원협의회(AIR RESOURCES BOARD)

스텝 보고서: 퍼클로로에틸렌
드라이클리닝 작업 통제 조치에 대한
제안 수정안의 일차 사유서

개요

I. 서론

이 개요는 ‘드라이클리닝 작업에서 발생하는 퍼클로로에틸렌(퍼크) 배출가스에 대한 대기 부유 유독물질 통제 조치’(Airborne Toxic Control Measure for Emissions of Perchloroethylene from Dry Cleaning Operations, 일명 드라이클리닝 ATCM)에 대한 공기자원협의회(ARB 또는 협의회) 스텝의 제안 수정안을 소개하는 것이다. 제안 수정안은 캘리포니아에서 드라이클리닝 작업으로 발생하는 퍼크 배출가스를 감축함으로써 대중의 건강을 한층 더 보호하기 위하여 마련되었다. 스텝은 이 제안 수정안을 2006년 5월 25일에 협의회에 제출하여 검토를 받을 예정이다. 협의회는 이 제안 수정안과 아래에 논의된 대안 및 일반인의 의견을 검토한 후 수정안이나 대안적 요건을 채택하기로 할 수 있다.

1991년, 협의회는 캘리포니아의 ‘유독성 대기 오염물질 확인 및 통제 프로그램’(Toxic Air Contaminant Identification and Control Program)(보건안전법(Health and Safety Code, HSC) 제39650조 이하 참조)에 의하여 퍼크를 유독성 대기 오염물질(toxic air contaminant, TAC)로 확인했다. 그 과정에서 협의회는 노출 기준을 낮춰도 건강에 악영향을 주지 않을 것으로 예상되는 임계 기준치를 확인할 수 없다는 사실을 알게 되었다. 이를 확인한 이상 ARB는 HSC 제39665조(a)항에 의하여 퍼크를 규제하고 적절한 조치를 채택할 필요성에 관한 보고서를 작성할 의무가 있다. 1993년 10월 14일, 협의회는 ‘드라이클리닝 ATCM’을 채택했다. 이 규정은 ‘캘리포니아 제규정집’(California Code of Regulations)의 표제 17 제93109조로 성문화되었다. 드라이클리닝 ATCM은 드라이클리닝 작업을 위한 장비, 작업과 유지관리, 기록보존, 보고 등의 요건을 기술하고 있다.

2003년, 스텝은 드라이클리닝 ATCM의 효율성을 평가했다. 평가 결과 드라이클리닝 ATCM으로 인하여 드라이클리닝 작업에서 발생하는 퍼크 배출가스가 70% 정도 감축되었다는 것을 알게 되었다. 그러나, 드라이클리닝 작업에서 발생하는 퍼크 배출가스로 인한 건강상의 위험이 여전히 존재하고, 퍼크 드라이클리닝 작업에 대한 ‘이용 가능한 최선의 통제기술’(the best available control technology, BACT)이 향상되었으며, 보다 효과적인 환기 시스템이 존재하고, 실행 가능한 대안적 기술을 이용할 수 있다는 사실도 드러났다.

이 같은 평가를 토대로 스텝은 드라이클리닝 ATCM에 대한 수정안을 제안하는 것이다. 제안 수정안은 대중의 건강을 한층 더 보호하기 위하여 마련된 것으로, 신규 퍼크 시설과

민감한 수용체(sensitive receptor)간 300피트(약 92m)의 이격 거리 확보, 주거공존 시설에서의 퍼크 사용 단계적 금지, 기존 시설에서 방사력이 더 강한 퍼크 기술 사용 단계적 금지, 다른 TAC의 대체 사용 제한, 퍼크를 사용하는 신규 및 기존 시설의 환기 시스템 의무 강화 등을 골자로 하고 있다.

제안 수정안은 ‘남부연안 대기질 관리국’(South Coast Air Quality Management District, 이하 “남부연안 AQMD”) 관할 퍼크 드라이클리닝 업소들에 영향을 줄 것으로 예상되지 않는다. 2002년, 남부연안 AQMD는 규칙 1421 ‘드라이클리닝 시스템에서 발생하는 퍼클로로에틸렌 배출가스 통제’(이하 “규칙 1421”)를 개정하여 신규 퍼크 드라이클리닝 시설을 금지하고, 퍼크를 사용한 드라이클리닝을 2020년 12월 1일까지 단계적으로 완전히 금지시켰다. 그러나 협의회가 제안 수정안에 대한 대안을 채택하는 경우에는 수정안이 남부연안 AQMD 관할 드라이클리닝 업소들에게 영향을 줄 수 있다.

아래의 요약에서는 드라이클리닝 ATCM에 대한 제안 수정안을 간략히 설명하고, 드라이클리닝 산업과 기술에 관한 개괄적인 내용을 제시하며, 드라이클리닝 작업에서 비롯되는 배출가스와 그 위험을 소개하고, 제안 수정안을 시행할 경우 예상되는 영향을 논의한다. 간결한 전달을 목적으로, 아래에서 논의하는 사항은 드라이클리닝 ATCM에 대한 제안 수정안과 관련하여 흔히 묻는 질문들을 들어 질문과 답변 형식으로 제시한다. 여기서는 주제와 관련해 간략한 논의 사항만 전달한다. 자세한 내용은 보고서 본문에서 이어지는 후속 장들을 참고하면 된다.

II. 제안된 ATCM 요약

1. 제안된 수정 드라이클리닝 ATCM이 요구하는 것은 무엇인가?

제안된 수정 드라이클리닝 ATCM은 해당 시설이 기존 시설이냐 아니면 신규 시설이냐에 따라 특정 요건이 다르다. 제안 수정안의 주요 요건의 요지는 표 ES-1에 나와 있다. 기존 주거공존 시설(주거와 벽을 공유하거나 같은 건물 안에 위치한 시설)의 경우, 제안 수정안은 2010년 7월 1일까지 퍼크 기계의 가동을 단계적으로 금지시키고 있다. 기타 모든 기존 시설의 경우, 제안 수정안은 방사력이 더 강한 퍼크 기술(즉, 개조한 기계, 일차 제어 기계, 부가한 이차 제어 기계 등)을 통합 이차 제어 기계로 교체하도록 하고 있다. 이 같은 기계의 단계적 퇴출은 사용 연한이 15년 이상된 모든 기계(1995년 이전에 제조된 기계)에 대하여 2010년 7월 1일부터 적용되기 시작한다. 이후 해마다, 사용 연한이 15년이 되는 퍼크 기계는 통합 이차 기계(또는 퍼크를 사용하지 않는 다른 시스템)로 반드시 교체하여야 한다. 그러나 퍼크 시설이 민감한 수용체로부터 100피트(30미터) 이내에 있는 경우, 퍼크 기계는 사용 연한이 10년째가 되는 해 또는 2009년 7월 1일까지의 시한 중에서 더 나중인 시점까지 통합 이차 기계(또는 퍼크를 사용하지 않는 다른 시스템)로 반드시 교체하여야 한다. 2016년 7월 1일까지는 오직 이차 퍼크 기계만 허용될 것이다. 또한 기존 시설은 세 종류의 강화된 환기 시스템 중 하나를 설치하여야 한다. 3종의 강화된 환기 시스템은 국소 환기 시스템(local ventilation system), 증기 부분 차단실(partial vapor barrier room), 증기 완전 차단실(full vapor barrier room)이다. 강화된 환기장치 설치 준수일은 해당 시설이 민감한 수용체로부터 100피트(30미터) 이내에 있는 경우 2009년 7월 1일이다. 해당 시설이 민감한 수용체로부터 100피트 이상 떨어져 있는 경우, 강화된 환기장치 준수일은 2010년 7월 1일이다.

표 ES-1 제안 수정안의 주요 요구사항 요약

적용 대상	시설 유형	요구사항
퍼크 또는 TAC를 함유한 다른 드라이클리닝 솔벤트를 사용하는 드라이클리닝 장비를 캘리포니아에서 소유하거나, 가동하거나, 제조하거나, 유통하는 자에게는 누구든지 적용	주거공존 시설 (주거와 벽을 공유하거나 같은 건물 안에 위치한 모든 시설)	주거공존 시설은 퍼크를 사용하는 드라이클리닝 장비를 일절 설치하지 못한다. 퍼크 기계는 2010년 7월 1일까지 단계적으로 퇴출되어야 한다.
	기존 시설 (2007년 7월 1일 전에 퍼크 드라이클리닝 장비를 가동한 모든 시설)	개조한 퍼크 기계, 일차 제어 퍼크 기계 및 부가한 이차 제어 퍼크 기계: <ul style="list-style-type: none"> • 시설이 민감한 수용체로부터 100피트 이상 떨어져 있는 경우 - 2010년 7월 1일까지 또는 기계의 사용 연한이 15년째가 되는 해 중에서 더 나중인 시한까지 통합 이차 제어 기계(또는 퍼크를 사용하지 않는 다른 시스템)로 교체한다. • 시설이 민감한 수용체로부터 100피트 이내에 있는 경우 - 2009년 7월 1일까지 또는 기계의 사용 연한이 10년째가 되는 해 중에서 더 나중인 시한까지 통합 이차 제어 기계(또는 퍼크를 사용하지 않는 다른 시스템)로 교체한다. • 2016년 7월 1일까지 모든 개조한 퍼크 기계, 일차 제어 퍼크 기계 및 부가한 이차 제어 퍼크 기계의 퇴출을 완료한다. 다음 시한에 따라 강화된 환기장치 설치: - 민감한 수용체로부터 100피트 이내에 있는 시설은 2009년 7월 1일까지. - 민감한 수용체로부터 100피트 이상 떨어져 있는 시설은 2010년 7월 1일까지.
	신규 시설 (2007년 7월 1일 전에 퍼크 또는 TAC를 함유한 솔벤트를 사용하는 드라이클리닝 장비를 가동하지 않은 시설. 시설 이전은 신규 시설로 간주.)	퍼크 작업용 BACT 사용 - 통합 이차 제어 기계 및 강화된 환기장치. 민감한 수용체로부터 반드시 최소한 300피트(약 92미터) 이상 떨어져 있어야 하고, 주거지역의 경계 외곽에 경계로부터 최소한 300피트 이상 떨어진 곳에 있어야 한다. 퍼크 이외의 TAC를 함유한 솔벤트를 사용하는 시설은 지역 대기국(air district)의 관련 규칙 또는 규정의 요구대로 BACT를 설치, 가동 및 유지하거나, 지역 대기국의 규칙 또는 규정이 없는 경우 TAC 사용과 관련한 위험을 퍼크 감축과 동등한 수준 혹은 초과하는 수준으로 감축하여야 한다.

제안 수정안은 신규 주거공존 시설의 퍼크 사용을 금지하고 있다. 기타 모든 신규 퍼크 시설의 경우, 제안 수정안은 이용 가능한 최선의 통제기술(BACT)을 사용하도록 요구한다. 신규 퍼크 시설의 BACT는 강화된 환기 시스템과 함께 가동하는 통합 이차 제어 기계를 의미한다. 또한 신규 퍼크 시설은 300피트의 완충지역이 있어야 한다(표 ES-1참조). 퍼크 이외의 TAC를 함유한 솔벤트를 사용하는 시설은 지역 대기국의 관련 규칙 또는 규정의 요구대로 BACT를 설치, 가동 및 유지하여야 한다. 지역 대기국 규칙이나 규정이 없는 경우, 시설은 제안된 ATCM이 퍼크 시설에 요구하는 대로 위험을 줄이되 퍼크에 대한 위험을 줄이는 만큼 또는 그 이상으로 줄이는 통제 방법을 지역 대기국에 제출하여 승인을 받아야 한다. 우량 작업 관행과 기록보존 및 보고 요건은 신규 시설과 기존 시설 모두에 해당된다.

III. 드라이클리닝 산업 개관

일반적으로 드라이클리닝 업소들은 소규모 사업체로 간주되며 대부분 5명 미만의 종업원을 고용하고 있다. 50%가 넘는 업체가 2명 이하의 상근 종업원을 고용한다. 드라이클리닝 업소는 쇼핑센터 안에 있는 것이 보통이다. 퍼크는 캘리포니아의 드라이클리닝 업체가 가장 많이 사용하는 솔벤트이다. 2003년도 ARB 조사 결과를 보면 미국에는 약 5천 개소의 드라이클리닝 시설이 있으며, 그중 약 4,300개소가 퍼크를 솔벤트로 사용하고 있고, 약 2%가 주거공존 시설이다. 세탁 업소의 95% 이상이 드라이클리닝 기계가 단 한 대뿐이다. 퍼크 기계의 약 40%는 2009년이 되면 사용 연한이 15년 이상(1994년 이전 제조)이 된다. 나머지 60%는 15년 미만이다.

1. 어떤 종류의 드라이클리닝 기술이 사용되고 있나?

드라이클리닝 시설의 85% 이상이 세탁용 솔벤트로 퍼크를 사용한다. 현재 사용되는 퍼크 드라이클리닝 기계는 다음과 같이 3종류가 있다: 통풍구(vented)형에서 폐루프(closed-loop)형으로 개조한 기계(개조), 일차 제어 폐루프 기계(일차 제어) 그리고 이차 제어 기계. 이차 제어 기계는 이차 제어를 부가한 일차 기계(부가한 이차 제어)와 통합된 일차 제어를 가진 폐루프 기계(이차 제어 또는 통합 이차 제어)로 분리된다. 이 제안에서 BACT는 신규 및 기존 시설에 대하여 강화된 환기장치를 지닌 통합 이차 제어 기계이다.

두 번째로 가장 많이 사용되는 솔벤트는 엑손모빌(DF-2000™ 용제)과 웨브론(EcoSolv® 용제)에서 제조하는 발화점 높은 합성 탄화수소 솔벤트류이다. 그 밖에 사용되는 탄화수소 솔벤트는 PureDry®(퓨어드라이), Shell Sol 140 HT(셸 140), Stoddard Solvent(스토다드) 등이 있다. 가장 진보된 탄화수소 기계는 위의 탄화수소 솔벤트들 중 어느 것이든 사용할 수 있다. ARB 스탭은 캘리포니아에서 약 400개의 드라이클리닝 업소들이 현재 탄화수소 솔벤트를 사용하고 있는 것으로 추산했다. 탄화수소 솔벤트류는 모두 ‘휘발성 유기 화합물’(volatile organic compound, VOC)로 분류된다.

드라이클리닝 업소들은 탄화수소 솔벤트류 외에도 데카메틸사이클로펜타실록산(D₅), Rynex™(라이넥스 3), 이산화탄소 세탁(CO₂), 전문 습식 세탁(습식 세탁), Green Jet™(그린제트) 등의 다른 기술도 사용하고 있다. 휘발성 메틸 실록산 또는 D₅는 무색, 무취의 액체이다. 이것은 GreenEarth®(그린어스) 드라이클리닝 솔벤트에 들어 있다. 그린어스 솔벤트는 대부분 탄화수소 기계에서 사용되며 VOC로 분류되지 않는다. 환경보건위해성평가소(Office of Environmental Health Hazard Assessment, OEHHA)는 현재 그린어스가 제출한 독성 검사 데이터를 평가하고 있다. 라이넥스 3는 제한된 독성 데이터를

지닌 대체 지방성 글리콜에테르 혼합물이다. 이것도 VOC로 분류된다.

습식 세탁은 드라이클리닝의 대안으로 1991년에 처음 도입된 것으로, 여러 면에서 상업용 세탁과 차이가 난다. 습식 세탁은 컴퓨터로 제어되는 세탁기와 건조기를 전용 특수 세제와 함께 사용한다. 마감 장비는 프레싱 및 텐셔닝 기기가 포함된다. 텐셔닝 기기는 옷을 마무리하고, 늘이고, 교정하고, 마감하는 데 사용된다. 습식 세탁 시스템은 하수도에 버려도 되는 무독성 생분해성 세제를 사용한다.

CO₂ 세탁은 압력을 유지하는 기계를 사용하는 세탁 방식이나 기계값이 비교적 비싸다. 여기서 사용되는 CO₂는 주로 무수 암모니아(비료)를 생산할 때 얻는 기존 산업의 부산물이다. 이 때의 CO₂가 그대로 유지되므로 지구 온난화에 가세하지 않는다.

마지막으로, 그린제트 기계는 물과 세제를 분무하는 단일 컴퓨터 제어 장비로 의복을 세탁하고 건조시킨다. 이것은 때가 덜 탄 의복에 더 적합한 방식이다. 표 ES-2는 ARB가 2003년에 조사한 퍼크 및 대체 장비 사용 업체의 수이다. 표 ES-3에는 스모그를 유발하지 않는 무독성 기술을 사용하는 업체의 수가 업데이트 돼 있다.

표 ES-2 캘리포니아주 드라이클리닝 시설의 수 및 세탁 방식

주내 추산 시설	시설수 ¹	비율(%) ²
드라이클리닝 시설	5,040	해당 없음
퍼크 드라이클리닝 시설	4,290	85
혼용 시설(퍼크 + 대안)	190	4
퍼크를 사용하지 않는 시설	550	11
DF-2000(탄화수소)	400	8
그린어스	90	2
기타(퓨어드라이, 라이넥스 3, 스토다드 및 기타 발화점 높은 탄화수소 솔벤트)	60	1

1. 수치는 대개 가장 가까운 10의 배수로 반올림했고 2003년도 시설 조사를 토대로 한 것임.
2. 수치는 대개 가장 가까운 정수로 반올림 함.

표 ES-3 스모그를 유발하지 않는 무독성 기술을 사용하는 주내 드라이클리닝 시설의 수

무독성 무스모그 유발 시설 ¹	시설수 ¹	비율(%) ²
전문 습식 세탁을 비롯한 물세탁	49	~1
전문 습식 세탁 시범 시설	20	<1
CO ₂ 세탁	5	<1

1. 2006년 정보를 토대로 함. 전문 습식 세탁 시범시설도 물기반 세탁에 포함될 수 있음.

규칙 1421 수정안과 지구 보조금 프로그램이 남부연안 AQMD 에서 시행된 이후 새로운 탄화수소 기계는 약 80%, 새로운 그린어스 기계는 약 10%, 습식 또는 CO₂ 세탁은 약 10%가 남부연안 지역에 설치되었다. 대부분의 습식 및 CO₂ 세탁시설은 보조금을 받았다.

2. 현재의 드라이클리닝 기술은 얼마나 효과적인가?

프로세스의 전반적인 세탁 능력은 얼룩의 성분, 옷감의 종류, 수송 매개물(수용성 대비수용성), 첨가물의 성분(세제와 계면활성제), 얼룩 제거제의 사용, 세탁 여건(예: 시간, 온도, 기계 작동) 등에 따라 다르다. 대부분의 드라이클리닝 기술은 섬세한 의복을 다룰 수 있고 기름때와 수용성 얼룩을 지울 수 있다. 표 ES-4는 각종 드라이클리닝 솔벤트의 세탁 성능을 비교한 것이다.

표 ES-4 드라이클리닝 솔벤트의 세탁 성능 요약

솔벤트	세탁 성능
퍼크	강력, 기름때, 대부분의 수용성 얼룩, 비단, 모직, 인조 견사. 섬세한 의복에는 좋지 않음.
스토다드	기름때는 퍼크만큼 강력하지 않음. 섬세한 의복 처리 가능.
퓨어드라이	기름때는 퍼크만큼 강력하지 않음. 섬세한 의복 처리 가능.
셀 140	기름때는 퍼크만큼 강력하지 않음. 섬세한 의복 처리 가능.
에코솔브	기름때는 퍼크만큼 강력하지 않음. 섬세한 의복 처리 가능.
DF-2000	기름때는 퍼크만큼 강력하지 않음. 섬세한 의복 처리 가능.
그린제트 (DWX-44 세제)	퍼크만큼 강력하지 않음. 설탕, 소금, 땀으로 인한 얼룩 세탁은 더 효과적. 섬세한 의복에 좋음. 때가 많은 의복에는 좋지 않음.
라이넥스 3	강력, 수용성 얼룩, 기름때 세척.
그린어스	기름때는 퍼크만큼 강력하지 않음. 수용성 얼룩, 섬세한 의복에 좋음.
CO ₂	모든 얼룩, 대부분의 직물에 좋음. 기름, 그리스, 땀 등의 제거에 매우 효과적.
습식 세탁	강력, 기름때와 수용성 얼룩 모두에 좋음. 섬세한 의복 처리 가능. 제대로 세탁하려면 텐서닝 장비와 훈련이 필요.

3. 어떤 종류의 환기 통제 기술을 이용할 수 있나?

드라이클리닝 시설에서 어떤 종류의 환기 시스템을 사용하느냐에 따라 시설 인근 지역의 퍼크 배출가스 농도에 상당한 영향을 준다. 대부분의 드라이클리닝 시설에서는 자연 환기, 창문 팬, 일반 환기장치 등을 사용한다. 자연 환기는 문과 창문을 열어 공기를 환기시키는 것이다. 다른 시설에서는 창문 팬 또는 지붕에 고성능 팬을 단 일반 환기장치를 사용해 이탈 배기를 환기시킨다.

강화된 환기 시스템을 사용하면 퍼크 배출가스를 더욱 잘 포착해 분산시킴으로써 인근 야외의 농도를 줄일 수 있다. 업계에서 사용 중인 3종의 강화 환기 시스템은 이탈 배기를 보다 효과적으로 포착해 그 비율이 70~99%에 이르고 있으며, 제안 수정안은 이 같은 시스템을 의무적으로 요구하고 있다. 해당 환기 시스템은 국소 환기 시스템(local ventilation system), 증기 부분 차단실(partial vapor barrier room), 증기 완전 차단실(full vapor barrier room) 등이다. 국소 환기 시스템은 고성능 팬과 배기후드(fume hood) 같은 배기 장치를 사용해 이탈 배기를 환기시키는 것이다. 증기 부분 차단실은 드라이클리닝 기계의 후면을 둘러싸고 있는 방으로, 고성능 팬이 달려 있어 이탈 증기를 송풍구를 통해 외부로 내보낸다. 증기 완전 차단실은 드라이클리닝 기계를 완전히 둘러싸고 있는 방으로, 확산되는 솔벤트 증기를 견디는 재질로 지어진다. 고성능 팬이 이탈 배기를 거의 빠짐 없이 잡아내 건물 위의 송풍구를 통해 외부로 내보낸다.

IV. 잠재적 배출가스와 위험

1. 드라이클리닝 기계에서 나오는 퍼크의 방출량은 어느 정도나 되나?

전형적인 드라이클리닝 시설에서 방출되는 퍼크의 양은 기계의 종류에 따라 다르다. 평균적인 드라이클리닝 업소 한 개소가 일년에 처리하는 세탁량은 47,000파운드 정도(약 21,320kg)이다. 이를 토대로 ARB 스텝은 개조한 전형적인 드라이클리닝 기계 한 대가 일년에 약 1,100파운드(약 500kg)의 퍼크를 방출한다고 추산한다. 마찬가지로, 전형적인 일차 기계 한 대가 일 년에 약 800파운드(약 360kg)의 퍼크를 방출하고 전형적인 이차 기계가 일 년에 약 400파운드(약 180kg)의 퍼크를 방출한다. 주 전역에서 드라이클리닝 업계가 한 해에 사용하는 퍼크는 37만 8천 갤런(약 143만 리터), 방출하는 퍼크는 22만 2천 갤런(약 84만 리터) 또는 약 3백만 파운드(약 1,360톤)이다. 드라이클리닝 업소들은 캘리포니아에서 사용되는 대부분의 퍼크를 소비한다. 퍼크 제조업체들의 추산에 의하면 캘리포니아에서 팔리는 퍼크의 약 80%가 드라이클리닝 작업에 쓰인다.

2. 퍼크에 노출되는 경우 인체에 미치는 잠재적인 영향은 무엇인가?

퍼크에 노출되면 암뿐만 아니라 암이 아닌(급성 및 만성) 다른 건강상의 문제를 일으킬 수 있다. 사람이 이 화합물에 주로 노출되는 경우는 호흡에 의해서이다. 1991년, OEHHA는 퍼크가 건강에 미치는 잠재적인 영향에 관하여 광범위한 평가를 실시했다. 관련 자료를 입수해 검토한 결과, OEHHA는 퍼크가 암이 발생할 가능성이 없는 임계 기준치를 확인할 수 없는 잠재적인 인체 발암물질이라고 결론을 내렸다. 1998년, 캘리포니아주는 제안 65호에 의하여 퍼크를 발암물질로 분류했다. 암 이외에도 퍼크에 노출됐을 때 나타나는 건강상의 영향이 있다. 그것은 두통, 어지럼증, 심장박동 증가, 간 및 신장의 손상 등이다.

1990년, 미의회는 연방청정대기법(Federal Clean Air Act) 제112조 (b)항에 퍼크를 유해 대기 오염물질(hazardous air pollutant, HAP)로 올렸다. 미연방 환경보호청(EPA)은 퍼크를 그룹 B2/C에 넣어 인체의 유력한 발암물질로 분류했다. 국제암연구기관(International Agency for Research on Cancer, IARC)은 퍼크를 그룹 2A에 넣어 인체의 유력한 발암물질로 분류했다.

3. 기존의 퍼크 드라이클리닝 시설이 인체에 미칠 수 있는 영향은 무엇인가?

기존의 드라이클리닝 시설이 건강에 미치는 잠재적인 영향을 평가하기 위해 ARB 스텝은 *건강 위해성 평가 준비를 위한 대기독물 위험지역 프로그램 지도 매뉴얼, 2003년 8월*(The Air Toxics Hot Spots Program Guidance Manual for Preparation of Health Risk Assessments, August 2003, 이하 “OEHHA 지침”)에 기술된 방법을 사용하여 건강 위해성 평가를 실시했다. 또한 OEHHA 지침과 더불어, 스텝은 ARB의 *흡입에 의한 주민의 발암 위험에 대한 임시 위험관리 권고 정책*(Recommended Interim Risk Management Policy for Inhalation-Based Residential Cancer Risk, 이하 “ARB 임시 위험관리 정책”)을 따랐다. 이 정책은 OEHHA와 협의하여 개발된 것이다.

표 ES-5은 퍼크 드라이클리닝 시설에서 20, 30 또는 100미터 떨어진 지점에 사는 주민이 암에 걸릴 위험을 추산한 수치이다. 위험 추정치는 개조한 기계와 일반적인 환기장치가 딸린 일차 제어 기계 그리고 강화 환기장치가 딸린 이차 제어 기계에 대하여 제시된 것이다. 스텝은 전체 드라이클리닝 업소의 90%에 해당하는 방출율을 가정했다. 개조한 기계와 일차 제어 기계에 대한 잠재적인 암발병 위험 수치는 현행 ATCM을 준수하는 오염원에 대한 기대치이다. 강화된 환기장치가 딸린 이차 기계에 대한 잠재적인 암발병 위험 수치는 제안된 ATCM을 준수하는 오염원에 대한 기대치이다.

표 ES-5 퍼크를 대량 사용하는 드라이클리닝 시설의 잠재적인 암발병 위험¹

거리 [미터(피트)] ²	잠재적인 암발병 위험의 범위 (1백만당 가능성)		
	일반적인 환기장치가 딸린 개조한 기계	일반적인 환기장치가 딸린 일차 제어 기계	강화된 환기장치가 딸린 이차 제어 기계
20 (66)	75	60	23
30 (100)	45	40	15
100 (330)	8	6	3

1. 90번째 백분위수 퍼크 사용 및 방출을 가정(개조한 기계의 경우 연간 퍼크 방출률 113갤런, 일차 기계는 연간 94갤런, 이차 기계는 연간 61갤런). 표는 3가지의 기상학적 데이터군(프레즈노, 오클랜드(항), 샌디에고(미라마))의 결과 포함. 결과는 흡입로에 대한 것임. 계산은 70년간의 노출을 가정하고 80번째 백분위수 일일 호흡률을 사용한 것임. 강화된 환기장치는 국소 환기 시스템, 증기 부분 차단실 또는 증기 완전 차단실로 정의됨. 모든 결과치는 소수점 이하를 반올림한 것임.
2. 거리는 건물 끝머리에서 잼 것임.

표 ES-6는 시설에서 20, 30 또는 100 미터 이내에 주민이 위치한 시설들의 비율을 추산한 수치이다. 표에서 볼 수 있듯, 기계 중 약 22%는 시설에서 20미터 이내에 주거가 있는 시설들에 있고, 36%의 기계는 시설에서 30미터 이내에 주거가 있는 시설들에 있으며, 전체 기계 중 66%는 주거에서 100미터 이내에 있는 시설들에 있다.

표 ES-6 주거로부터 다양한 거리에 있는 퍼크 기계의 비율

거리 [미터(피트)]	기계의 비율
< 20m (66ft)	22%
< 30m (100ft)	36%
<100m (330ft)	66%

표 ES-5와 ES-6에 제시된 정보를 종합하면, 제안된 ATCM을 시행한 후 시설의 약 22%는 1백만분의 20~25 범위 내에서 암을 유발할 잠재적인 위험을 지니고 있고, 시설의 14%는 1백만분의 15~25 범위 내에서 암을 유발할 잠재적인 위험을 지니고 있으며, 시설의 30%는 1백만분의 5~15 범위 내에서 암을 유발할 잠재적인 위험을 지니고 있고, 시설의 34%는 1백만분의 5 이하의 암유발 위험을 지니고 있다.

V. 제안 수정안의 영향

1. 제안된 드라이클리닝 ATCM이 환경에 미치는 영향은 무엇인가?

제안 수정안은 드라이클리닝 작업에서 발생하는 퍼크 배출가스를 상당히 감축할 것이다. ARB 스텝은 제안된 수정 드라이클리닝 ATCM이 전면 시행될 경우 시설에서 발생하는 퍼크 배출가스는 하루 평균 40% 또는 약 1톤 정도 줄어들 것으로 추산한다.

또한 제안 수정안은 TAC를 함유한 다른 드라이클리닝 솔벤트류의 대용을 제한하고 있다. 퍼크 배출가스 감축 이외에도, 유해 폐기물 발생량과 토양 및 수질의 오염 가능성도 감소될 것이다. 전면 시행시, 탄화수소 솔벤트류의 사용이 증가하므로 휘발성 유기

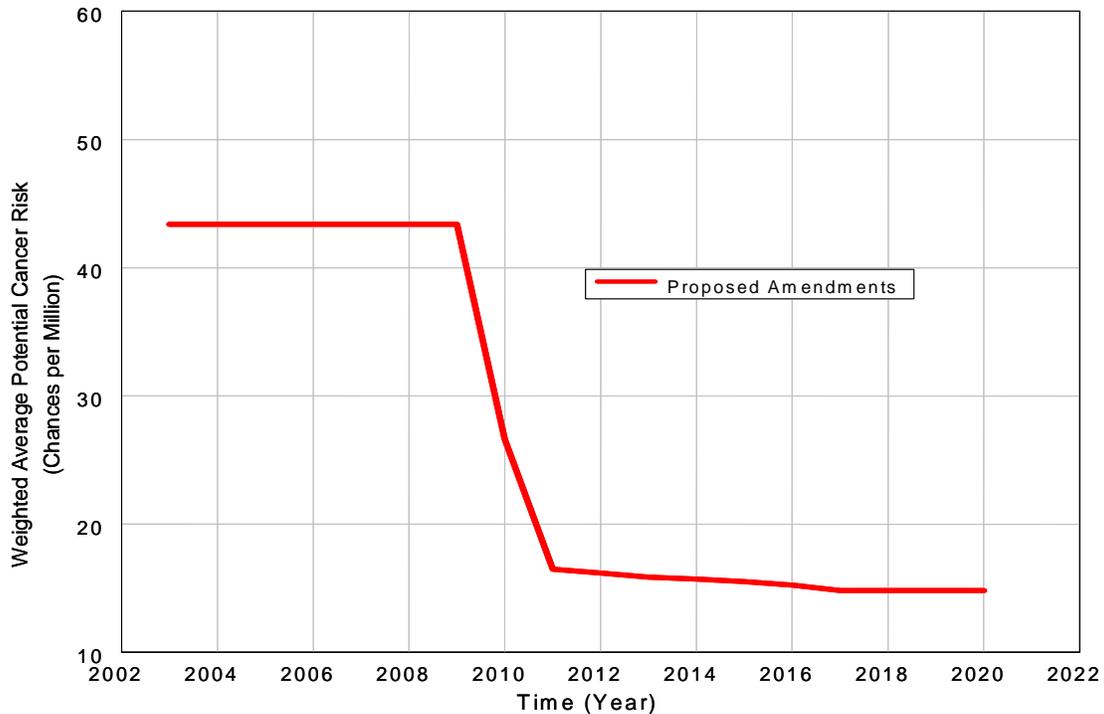
화합물(VOC)이 증가할 가능성이 있을 것으로 추정된다. 제안된 ATCM을 준수하기 위하여 퍼크를 사용하지 못하는 유일한 상황은 주거공존 시설에 있는 경우이다. 제안된 ATCM으로 인해 주거공존 시설이 탄화수소로 전환하는 경우, 탄화수소 배출가스가 하루에 약 0.02톤(하루에 40파운드) 가량 증가할 것이다.

2. 제안된 수정 드라이클리닝 ATCM이 시행된 후 인체에 미치는 잠재적인 영향은 무엇인가?

제안된 수정 드라이클리닝 ATCM은 신규 퍼크 시설과 민감한 수용체 사이에 300피트(약 92미터)의 이격 거리를 둘 것을 요구하고, 구(舊) 퍼크 기술을 단계적으로 퇴출시키며, 모든 퍼크 시설에 강화된 환기장치를 설치할 것을 요구하고, 주거공존 시설에서 퍼크 사용을 단계적으로 금지시킬 것이다. 그림 ES-1은 캘리포니아에서 퍼크를 사용하는 시설을 대상으로, 제안된 수정 드라이클리닝 ATCM이 시행된 후에 예상되는 잠재적인 평균 암유발 위험을 현재와 비교한 것이다. 그림은 20미터 지점에 있는 수용체에 대하여 예상되는 위험의 결과치를 사용하고 있다.

재래식 기계를 사용하는 시설 부근의 위험 수치는 70% 감소할 것이다. 일차 기계를 사용하는 시설의 위험 수치는 62% 감소할 것이다. 강화된 환기장치가 딸린 통합 이차 제어 기계를 사용하는 시설은 약 50% 감소할 것이다. 주거공존 시설 부근의 위험 수치는 100% 감소할 것이다. 그림 ES-1에서 보듯, 가중 평균한 전체적인 위험 감소치는 약 65%가 될 것으로 예상된다.

그림 ES-1 퍼크 드라이클리닝 업소에서의 잠재적인 암유발 위험 제안된 수정 ATCM 시행시¹



1. 그림은 20미터 지점의 잠재적인 위험 추산치를 토대로 한 것임.

스텝은 제안 수정안이 남부연안 AQMD 관할을 넘어서는 주 전역에서 퍼크 노출에 미치는 영향을 주시했다. 이는 남부연안 AQMD가 드라이클리닝시 퍼크 사용을 금지하는 조치를 자체적으로 적용하고 있기 때문이다. 지역적으로, 제안된 ATCM은 드라이클리닝 퍼크 배출가스를 약 40% 줄일 것이다. 최근에 모니터한 데이터(2004년)를 토대로, 퍼크 노출에 의한 가중평균 발암 위험은 1백만분의 1~2 사이가 될 것으로 추정된다. 여기에 협의회가 채택한 그 밖의 퍼크 통제 조치를 추가하면, 퍼크 배출가스는 2004년도의 약 66% 선에서부터 전반적으로 줄어들 것으로 예상된다. 제안된 퍼크 ATCM이 전면 시행되고 기타 퍼크 통제 조치들이 자리를 잡으면 주변의 퍼크에 노출됨으로써 암에 걸릴 평균 위험이 1백만분의 1 미만으로 떨어질 것으로 예상된다.

3. 제안된 수정 드라이클리닝 ATCM은 남부연안 대기질 관리국(AQMD) 관할 드라이클리닝 업소들에 어떻게 영향을 주는가?

제안 수정안은 협의회가 고치지 않는 한 '남부연안 대기질 관리국'(이하 "남부연안 AQMD") 관할 드라이클리닝 업소들에 영향을 줄 것으로 예상되지 않는다. 2002년, 남부연안 AQMD는 규칙 1421 '드라이클리닝 시스템에서 발생하는 퍼클로로에틸렌 배출가스 통제'(이하 "규칙 1421")를 수정했다. 이 수정안은 신규 퍼크 드라이클리닝 시설을 금지하고, 기존 드라이클리닝 작업시 퍼크 사용을 2020년 12월 1일까지 단계적으로 금지하고 있다. 규칙 1421은 개조한 기계를 2004년 7월 1일까지 단계적으로 퇴출시킬 것을 요구했다. 이외에도, 남부연안 AQMD가 관할하는 기존의 모든 퍼크 드라이클리닝 업소들은 이차 제어를 사용해야 하고, 남부연안 AQMD 규칙 1402 '기존 오염원에서 발생하는 유독성 대기 오염물질 통제'(Control of Toxic Air Contaminants from Existing Sources)를 준수해야 한다. 이 규칙은 시설로 인한 평생 암발병 위험을 2007년 11월 1일까지 1백만분의 25 이하로 제한하고 있다.

4. 퍼크 대용물이 인체에 미치는 잠재적인 영향은 무엇인가?

제안 수정안의 결과 대안 기술과 솔벤트류의 사용이 증가될 것으로 예상된다. 습식 세탁을 하거나 CO₂를 사용한다고 해서 배출가스와 관련해 건강에 미치는 역효과는 전혀 없을 것으로 예상된다. 그러나, 상대적으로 그 밖의 퍼크 대용물 중 일부에 대하여는 건강과 관련한 데이터가 거의 없으며, 캘리포니아에서 보건값이 채택된 적도 전혀 없다. OEHHA는 문헌 검토를 토대로 만성 비암성(非癌性) 임시 참고 노출 기준(REL)을 여러 개 추산했고, 대용 솔벤트의 독성 연구에 관하여 학자 상호간에 검토된 문헌을 계속해서 따르고 있다. 임시 보건값이지만 이 기준에 따라 대용물을 사용하여도 암 이외의 만성 질병을 유발할 것으로 예상되지는 않는다. 현재 퍼크 대용물에 대한 암 잠재요인은 없다. 그러나, 규정은 TAC 사용을 퍼크 대용물로 대체하고 있다.

가장 각광을 받는 퍼크 대용물은 발화점이 높은 탄화수소 솔벤트이다. 탄화수소 솔벤트류의 사용이 늘어남으로써 대두되는 중대한 사안은 휘발성 유기 화합물(VOC)의 방출이 증가한다는 것이다. VOC 방출은 오존 형성에 기여한다. 오존은 호흡기 질환, 천식, 조기 사망 등 건강에 좋지 않은 영향을 미친다.

5. 제안된 수정안이 경제에 미칠 것으로 예상되는 영향은 무엇인가?

ARB 스텝은 제안 수정안 준수에 따르는 주 전역의 예상 비용이 15년에 걸쳐 1,600만 달러에 이를 것으로 추산한다. 이는 연간 비용으로 산출할 때 2007년부터 2021년까지 매년

160만 달러에 해당한다. 영향을 받는 2,300개소의 시설에 이를 적용하면 15년에 걸쳐 매년 약 \$680의 비용이 발생하는 것이다. 주 전역 비용은 2005년도 달러를 기준으로 한 것이며, 새 장비 구입에 드는 자본 비용, 우량 작업 관행, 2007~2021년의 퍼크 절감액 등을 나타내는 것이다.

전형적인 업소가 제안 수정안을 준수하는 데 드는 비용은 시설의 종류, 기계의 사용 연한, 민감한 수용체와의 거리, 해당 시설이 제안 수정안을 이미 준수하고 있는 정도 등에 따라 다르다. 15년에 걸친 연간 총 순비용은 \$380~\$2,420에 이른다.

비용에 대한 효과는 감소된 퍼크의 단위(파운드)당 관리비(달러)로 표현된다. 제안 수정안에 대한 비용 대비 효과를 결정하는 방법은 총 자본비용에 연간 반복비용을 더하여 이것을 2007년부터 2021년까지 감소되는 퍼크의 총 파운드로 나누는 것이다. 모든 비용은 2005년도 지출에 상응하는 달러값이다. 그러므로, 160만 달러의 연간 환산 비용을 일년에 절약하는 퍼크의 양인 약 60만 파운드로 나누어 스텝이 추산하는 제안 수정안의 전반적인 비용 대비 효과는 1파운드의 퍼크가 감소될 때마다 약 \$2.60이다.

6. 이 같은 경제적인 영향은 개개의 드라이클리닝 업소에 의미가 있는 것으로 간주되는가?

제안된 ATCM이 드라이클리닝 이윤에 미치는 영향을 주목하기 위해 스텝은 자기자본이익률(ROE)에 일어나는 변화를 사용했다. ROE가 10% 이상 하락하면 상당한 악영향을 뜻하는 것으로 간주된다. 시설이 제안 수정안을 이미 준수하고 있는 정도와 시설의 종류에 따라, 제안된 수정 드라이클리닝 ATCM은 7~35%에 이르는 ROE의 하락을 가져올 것으로 예상된다. 예를 들어, 이미 통합 이차 기계를 가동하여 강화된 환기장치만 부가하면 되는 시설은 ROE 하락폭이 7~10%일 것으로 추산된다. 드라이클리닝 기계를 (통상적인 수명이 다 되어) 통합 이차 제어 기계와 강화된 환기장치로 바꿔야 하는 시설은 ROE 하락폭이 10~35%에 이를 것으로 추산된다. 퍼크를 다른 탄화수소 기술로 대체하는 시설은 22~35%의 ROE 하락을 경험할 것으로 추정된다. 이 같은 ROE 하락폭은 총매출에 변화가 없고 업주가 비용을 보전하려고 세탁요금을 인상하지 않는 경우를 가정하여 산출한 것이다. 이 같은 정보를 토대로, 스텝은 제안 수정안이 고객에게 비용을 전가할 수 없는 영세 드라이클리닝 업소들의 영업 이윤에 상당한 악영향을 미칠 수 있다고 생각한다.

기존 기계가 사용 연한이 15년이 되어 이차 기계로 바꾸는 시설들의 경우, 평균적인 업소의 업주가 5년 이내에 새로운 이차 기계의 비용을 회수하고 환기 시스템을 보장하려면 의복당 \$0.65(65센트)의 추가 요금을 부과해야 할 것으로 추정된다. 같은 상황에서 기존 기계의 사용 연한이 10년이 되어 교체할 필요가 있다고 가정하면 의복당 추가 요금은 약 \$0.75(75센트)가 될 것이다. 주거공존 시설의 업주들은 의복당 비용을 약 \$0.90(90센트)까지 올려야 할 것이다. 이 같은 비용을 고객에게 전가할 수 있느냐 없느냐는 지역의 드라이클리닝 업소간 경쟁 상황에 좌우된다. 한 지역에 드라이클리닝 업소가 비교적 많이 몰려 있고 그들 모두가 장비를 신형으로 교체하지 않아도 된다면 비용 회수능력이 제한될 수도 있다.

7. 퍼크 드라이클리닝 시스템을 교체하고자 하는 업소들에 대한 재정 지원이 있는가?

캘리포니아주 입법부는 무독성 드라이클리닝 장려 프로그램(Non-Toxic Dry Cleaning Incentive Program)을 확립한 입법안(AB) 998을 제정했다. 무독성 드라이클리닝 장려 프로그램은 보조금 프로그램과 시범 프로그램으로 구성된다. 보조금 프로그램의 목적은 기존의 퍼크 드라이클리닝 시스템을 물기반(즉, 전문 습식 세탁, Green Jet®, 냉수 세탁 등) 및

이산화탄소(CO₂) 세탁 시스템 같이 스모그를 만들지 않는 무독성 시스템으로 교체하기 위해 비용의 일부를 지불하는 캘리포니아 드라이클리닝 업소들에게 재정을 지원(\$10,000)하는 것이다. 이 프로그램의 또 다른 목적은 50%의 각출 자금을 제공하여 미국에서 스모그를 만들지 않는 무독성 전문 드라이클리닝 기술을 소개하는 시범 프로그램의 비용을 충당하려는 것이다.

드라이클리닝 업계에 대한 보조금 프로그램은 2005년 4월에 시작됐다. 현재까지 ARB는 유자격 드라이클리닝 업소들에 14건의 보조금을 수여해 총 지급액이 \$140,000에 이르고 있다. 보조금 가이드라인과 신청서 패키지는 모든 드라이클리닝 업소가 매년 구할 수 있다. 스텝은 일년에 약 20건의 보조금을 지급할 수 있을 것으로 예상하고 있다.

VI. 규제적 대안

협의회는 제안 수정안과 아래에 논의된 대안 및 일반인의 의견을 검토한 후 제안 수정안이나 대안적 요건 또는 이 둘을 조합한 방안을 채택하기로 할 수도 있다. 다음은 가능한 방안으로 논의된 대안적 접근방법들이다.

1. 무조치

이 대안은 드라이클리닝 ATCM을 수정하기 위한 아무런 조치도 취하지 않는 것이다. 이 대안을 선택하면 대중이 계속해서 현재 수준의 퍼크 배출가스에 노출되는 현 상황이 지속될 것이다.

2. 드라이클리닝 작업에 퍼크 사용 금지

이 대안은 남부연안 AQMD 규칙에서와 같이 또는 더 효과적인 방안을 통하여 드라이클리닝 작업시 퍼크 사용을 특정 일자까지 금지시키는 것이다. 이 같은 접근방법은 퍼크 드라이클리닝으로 인한 잠재적인 암유발 위험을 사실상 제거해 준다. 그러나, 이 대안은 탄화수소 방출을 상당히 증대시킬 가능성이 있다. 스텝은 이 같은 방법을 적용할 경우 규제 비용이 갑절 이상 소요될 것으로 추산했다. 준수 비용을 회수하기 위해서는 평균적인 시설의 의복 세탁비가 약 \$0.90(90센트) 정도 인상돼야 할 것으로 추정된다.

3. 스모그를 만드는 독성 배출가스를 방출하는 기계의 사용 금지

이 대안은 대안 2에서처럼 특정일까지 퍼크 사용을 금지하고 스모그를 만드는 배출가스를 내뿜는 기계의 사용도 금지하는 것이다. 무독성에 스모그를 유발하지 않는 대안에 해당하는 기술은 물기반 세탁과 이산화탄소 세탁이다. 이 대안에 의한 비용 부담은 대안 2보다 어느 정도 더 클 것이다. 아마 제안된 ATCM의 7배 이상일 것이다. 준수 비용을 회수하기 위해서는 평균적인 시설의 의복 세탁비가 평균 \$1.40 인상돼야 할 것으로 추정된다.

4. 수정안의 요구사항 준수일 단축

이 대안은 특정 배출가스 통제 요건의 시행을 요구하는 규정에서 시한을 특정일까지 단축하는 것이다. 해당 규정에서 시한을 단축하면 준수 비용이 증가한다. 비용 증가액은 어느 요구사항을 조정하고 준수일 변경이 얼마나 증대한 것이냐에 달려 있다. 비용 부담이 제안된 ATCM보다 더 커지는 이유는 통합 이차 기계로 더 빨리 대체해야 하기 때문이며, 이렇게 되면 기존 기계의 잔존 가치를 잃게 된다.

5. 배출가스 감축을 위해 위험을 기준으로 하는 임계 요구사항을 사용

이 대안은 퍼크 드라이클리닝 시설이 충족해야 하는 위험 기반 임계 기준을 설정하는 것이다. 이것은 드라이클리닝 시설들에 적용되는 규칙 1401과 1402의 남부연안 AQMD 요구사항과 비슷해 질 수 있다. 이런 접근방법은 제안된 ATCM에 비해 행정적으로 더 까다롭다. 또한 이 대안은 시설 및 이 규정을 시행하는 지역 대기국에 추가 비용을 발생시킨다.

VII. 일반의 참여와 환경 정의

1. ARB 스텝은 일반인과 영향을 받는 당사자들이 입법 과정에 참여하도록 하기 위해 어떤 조치를 취하였는가?

제안된 ATCM에 영향을 받는 모든 당사자들을 참여시키는 공공 과정은 ARB 조치의 중요한 요소이다. ARB의 대민 프로그램의 일부로, 스텝은 업계 대표와 주정부 및 지역 규제 기관, 환경/오염 방지 및 공공보건 옹호자, 그리고 현장 방문, 회의, 전화, 전자우편 등을 통한 그 밖의 이해 당사자들과 개별적으로 광범위한 접촉을 가졌다. 스텝은 업계와 환경단체 대표자들로 구성되는 실무반을 구성했다. 스텝은 100여 개소의 드라이클리닝 시설을 방문했고, 12회의 실무반 회의를 개최했으며, 북가주한인세탁협회의 저녁 회의에 두 차례 참석했고, 4회의 공개 워크숍을 수행했다.

스텝은 주요 자료를 한국어로 번역하고 워크숍에서 통역 서비스를 받을 수 있도록 특별한 노력을 기울였다. 번역된 자료는 제안된 규정, 본 개요서, 공청회 통지 등이다. 이와 더불어, 이 평가에 일반인의 참여를 더욱 고취시키기 위하여 스텝은 ARB 웹사이트에 관련 정보를 게재했다(www.arb.ca.gov/toxics/dryclean/dryclean.htm).

2. 제안된 수정 드라이클리닝 ATCM은 환경 정의에 관한 ARB의 목표와 어떻게 관련이 되는가?

ARB는 환경 정의와 관련한 문제를 비롯해 제안된 규정들이 지역사회에 주는 영향을 성실히 평가하고 있다. 일부 지역사회는 독성 오염물에 더 많이 노출돼 있으므로 ARB의 우선순위는 모든 캘리포니아 주민이 완전한 보호를 누리도록 하는 것이다. 제안된 수정 드라이클리닝 ATCM은 어느 지역사회에든 부정적인 심각한 영향을 초래하지 않을 것으로 예상된다. 제안된 수정 드라이클리닝 ATCM은 영향을 받는 시설 부근의 지역사회에서 살거나 일하는 주민과 현장 근로자들에게 퍼크 같은 TAC가 방출되는 것을 더욱 줄이기 위해 마련되는 것이다.

VIII. 권고 사항

우리는 협의회가 본 보고서에 제시된 제안된 수정 드라이클리닝 ATCM을 승인할 것을 권고한다(부록 A). 제안된 수정 드라이클리닝 ATCM은 신규 퍼크 시설과 민감한 수용체 사이에 300피트(약 92미터)의 이격 거리를 요구하고, 주거공존 시설에서의 퍼크 작업을 단계적으로 금지하며, BACT(기존 및 신규 시설에 설치되는 강화 환기장치가 딸린 통합 이차 제어 기계)의 사용을 요구하고, 신규 시설의 입지 기준을 요구함으로써 퍼크 배출가스를 감축할 것이다. 제안된 수정 규정은 모든 캘리포니아 주민, 특히 드라이클리닝 시설 인근에 사는 사람들에게 양질의 공기를 마실 수 있는 혜택을 제공할 것이다. ARB 스텝은 제안된 수정 규정

기술적으로 실현 가능하며, 주정부 법에 의하여 협회회의 책임을 실행하는 데 필요하다고 믿는다.