

요약 및 정책건의

1 연구개요

1.1 배경 및 목적

- 서울의 이산화질소(NO_2)농도는 연평균 환경기준을 초과하거나 근접한 수준으로 외국 선진도시와 비교해도 높은 수준임.
- 이동오염원(자동차, 건설기계 등)이 서울시 질소산화물(NO_x) 배출의 68.8%, 가정·상업·공공부문 등 비산업시설의 연료연소가 NO_x 배출의 29.4%를 차지함(2010년 대기오염물질 배출량 기준).
- 이동오염원에 대해서는 다양한 정책이 추진 중이나, 비산업시설 연료연소에 대한 NO_x 배출관리 및 대책은 미흡한 실정임.
- 또한, 가정·상업·공공부문은 서울시 에너지 절약 및 온실가스 저감정책 추진의 주요 대상으로 서울시 에너지소비의 62.4%를 차지함.
- 가정·상업·공공부문의 에너지원별 소비 비중 : 도시가스 44.1%, 전력 38.4%, 석유제품 9.2%, 열에너지 5.2%
- 이에 전력을 제외하면, 도시가스가 가정·상업·공공부문의 주요 에너지 원이며, 도시가스 주요 용도는 난방(급탕) 및 취사임.
- 이에 따라 이 연구는 NO_x 뿐 아니라 에너지 소비 및 온실가스 저감차원으로 가정·상업·공공부문의 직접 연료연소기기인 보일러(난방용 연소기기)에 대한 관리방안을 모색하고자 함.

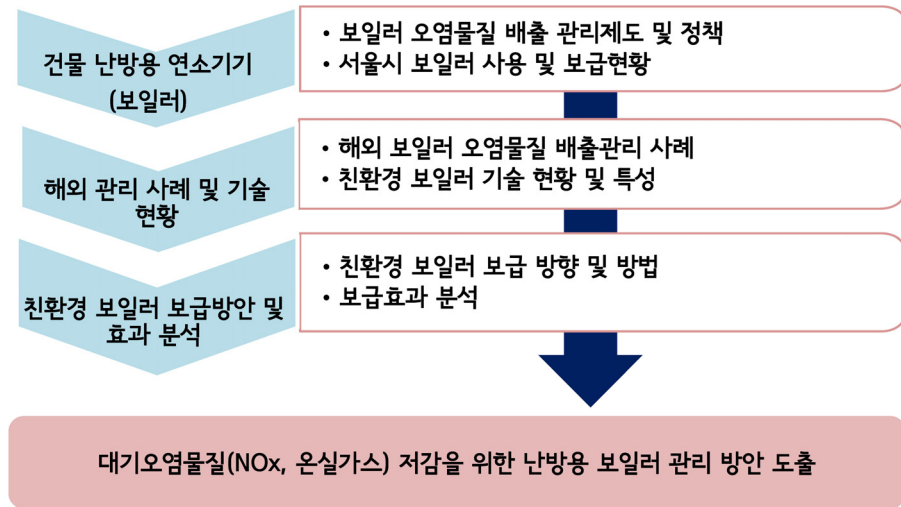


그림 1 연구내용 및 체계

2 주요 연구 결과

2.1 서울시 보일러 설치 현황

- 서울시 보일러 사용 및 설치현황에 대한 전수조사자료가 없어 기존의 다양한 자료를 수집하여 정리함.
- 검사대상기기에 해당하는 중대형급 보일러는 총 7,341대가 서울시에 설치되어 있으며, 이 중 건물부문에 6,636대가 설치됨(단, 검사대상 외 보일러를 포함하면 중대형 보일러 보급대수는 훨씬 많을 수 있음).
- 2011년 기준, 3,589,544대의 가스보일러가 설치되어 있으며, 이 중 99.9%가 도시가스를 사용함(가스안전공사 자료).
- 보일러의 설치연도는 5~10년이 36.3%로 가장 많고, 그다음이 5년 미만 28.9%, 10~15년 20.2%, 15년 이상 10.4%, 미확인 4.2% 순임.

- 통계청자료에서는 2010년 서울시 도시가스보일러 사용가구수는 2,776,529가구, LPG가스보일러 사용가구수는 5,504가구로 나타남.
- 도시가스협회의 2012년 12월 기준 서울시 가정용 개별난방 수요가수는 3,206,350가구, 가정용 중앙난방 수요가수는 177,437세대로 조사됨.

2.2 보일러의 오염물질 관리제도 및 실태

- 규제적 법제도
 - NO_x 배출관련 규제제도는 대기환경보전법이 유일하며, 산업용 및 업무용 보일러 중 액체 및 고체 연료를 사용하는 일정용량 이상 보일러만 NO_x 배출규제 대상에 포함되어 관리됨.
 - 현재까지는 가스연료사용 시설은 배출시설에 포함되지 않지만, 2015년부터 시간당 증발량 2톤 이상의 가스보일러도 배출시설에 포함되어 NO_x 배출허용기준이 적용될 예정임.
 - 그 외는 에너지이용합리화법에 따른 열사용기자재에 대한 설치·시공 기준 및 안전 관련 정기검사 제도 등임.
 - 따라서, 지금까지는 서울시 건물용 난방에 가장 많이 사용되는 가스보일러의 NO_x 배출 규제 및 관리는 상당히 미흡한 실정임.
- 비규제적 제도 및 프로그램
 - 중대형보일러(증발용량 0.3톤/hr 이상)에 대한 저NO_x버너 교체 지원 사업을 2008년부터 진행 중임.
 - 그 외는 가스보일러 중심의 다양한 인증제도를 운영 중임.
 - 중대형보일러 : 저NO_x버너인증제도, 고효율에너지기자재인증제도, 환경표지인증제도가 있으나 인증항목과 기준이 상이함.
 - 소형보일러 : 에너지효율등급제도, KS표시인증제도, 환경표지인증제도가 운영되고 있으며, 인증항목과 기준이 상이함.
 - 이 중 환경표지인증제도가 소음, NO_x, CO, 열효율 항목을 모두 포괄하므로, 향후 환경표시인증제도의 적극 활용이 필요함.

- 보일러의 NO_x 저감기술
 - 연소 전 단계 기술 : 연료의 질소성분 저감을 위해 연료 탈질기술이 적용되나 NO_x 저감효과가 작음.
 - 연소단계 기술 : 높은 온도, 높은 산소농도, 긴 체류시간의 조건에서 NO_x가 생성되므로, 이런 조건을 제어하는 연소장치 개선 및 운전조건 변화로 NO_x 생성을 저감하는 다양한 기술이 개발되어 적용 중임.
 - 연소 후 단계 기술
 - NO_x 후처리기술로 제거효율이 70~90%인 SNCR, SCR 등이 있으나 시설투자비 및 공간문제로 소규모시설에 적용이 어려움.
 - 콘덴싱 기술 : 에너지 저감기술이지만, 배기가스의 응축과정에서 대기 중 배출되는 NO_x양을 간접적으로 저감함.
- 콘덴싱보일러의 특성 및 이슈
 - 배기가스로 버려지는 높은 온도의 열을 흡수하여 난방, 온수에 재활용하여 열효율을 개선하는 기술임.
 - 일반보일러는 NO_x, CO 등 오염물질이 대기 중으로 그대로 배출되나 콘덴싱보일러는 오염물질 중 일부가 응축수에 용해되므로 공기 중 직접 배출량이 감소함.
 - 발생하는 응축수는 배기가스 중의 NO_x, SO_x 등이 용해되어 pH 2~5.5의 산성도를 띰.
 - 콘덴싱보일러의 응축수관련 이슈
 - 산성도 : 응축과정에서 용해된 NO_x로 산성의 응축수가 생성됨(가스보일러 pH 3~5.5, 기름보일러 pH 2~4).
 - 보일러 설치 : 물배관 및 하수관로로 연결되는 배수구가 필요하며, 혹한에는 응축수 배관 동결 문제가 발생할 수 있음.
- 국내 저NO_x버너 기술 현황(중대형 보일러에 적용)

- 저NO_x버너 인증을 얻은 보일러 : NO_x 배출농도 20~40ppm, CO배출농도 15ppm 미만 수준(인증기준보다 낮은 농도수준의 오염물질 배출)
- o 국내 콘덴싱보일러 기술 현황(소형보일러 적용)
- 국내 주요 보일러 제조사들은 다양한 저NO_x 버너기술과 콘덴싱 방식을 적용한 NO_x 배출 1등급(KS표지인증기준), 에너지효율 1등급(에너지효율등급제도)의 보일러를 시판 중임.
- 저NO_x연소기술이 적용된 콘덴싱방식의 보일러 : 연료소비량 절감에 따른 NO_x 저감뿐 아니라 저NO_x버너기술 적용에 따른 근원적 NO_x 생성저감 효과
- 국내 제조사는 중화시스템을 내장한 보일러를 제작하거나 외장형 중화장치를 옵션으로 선택하는 방법으로 응축수의 산성도 문제에 대응함.

2.4 해외 사례

- o 미국
 - 보일러 NO_x 배출관리
 - 미국 남캘리포니아주 SCAQMD지역 : 천연가스 사용 중·소형보일러에 대해서도 NO_x 배출허용기준을 2000년부터 도입하여 지속적으로 강화하고 있고, 세계적으로도 가장 엄격한 기준을 적용함.
 - NO_x 배출에 대한 엄격한 규제로 다양한 기술을 접목한 초저NO_x버너 기술 개발이 활발함.
- 콘덴싱보일러 정책
 - NO_x 배출저감보다는 에너지저감을 목적으로 고효율 콘덴싱보일러 보급확대를 위한 세금지원정책을 2005년부터 2011년까지 시행함.
- o 유럽
 - 보일러 NO_x 배출관리
 - 유럽연합은 연소기기의 성능 및 기능을 표준규격으로 정하여 회원국이 준수하도록 유도함.

- 콘덴싱보일러 정책
- 에너지저감을 목적으로 고효율 콘덴싱보일러 보급을 위한 지원정책을 오래전부터 진행하였으며, 네델란드와 영국은 고효율 콘덴싱보일러 사용을 의무화함.
- 응축수 문제 : 대부분 염기성인 생활하수와 섞여 중화되어 공공하수계로 혼합되므로 특별한 규제는 없으나, 다만 독일은 생활하수 배출량이 매우 적은 경우만 중화처리 조건을 부여하고 있음.
- 이 지침서는 콘덴싱보일러 설치에 대한 지침서 제작(영국)
- 2005년 영국정부는 일반보일러보다 설치조건이 까다로운 콘덴싱보일러 설치에 대한 지침서를 출간함.
- 이 지침서는 콘덴싱보일러 설치가능여부 판단을 위한 체크리스트 및 설치 시 배기관과 배수관에 대한 적용사항 등을 포함함.

3 보일러 대기오염물질 관리방안

3.1 보일러 대기오염물질 관리 방향

- 궁극적으로는 대기오염물질 배출허용기준 적용대상 보일러를 단계적으로 확대하고, 배출허용기준도 지속적으로 강화함.
- 미국 캘리포니아 사례처럼 엄격한 기준을 적용하여 초저NO_x버너 및 보일러 기술의 개발을 촉진함.
- 배출허용기준을 적용받기 전까지의 미적용 보일러는 지원사업을 전개하여 대기오염물질 배출의 저감을 유도함.
- 특히, 환경적으로 더욱 안전한 친환경보일러를 선정하여 보급을 지원함.
- 중대형(증발용량 0.1톤/h 이상)과 소형(가정용)으로 분리하여 지원사업을 각각 진행함.

친환경보일러의 정의

- 보급 대상이 되는 친환경보일러를 정의하여 지원사업을 시행함.
- 대기오염물질(NO_x , CO) 저배출, 에너지고효율(CO_2 저배출), 저소음을 모두 고려함.
- 서울시의 건물 난방용 보일러 주연료가 도시가스이고, 다양한 보일러 인증제도 중 위의 항목 모두를 포함하는 인증제도는 환경표지인증제도임.
- 따라서 환경표지인증을 얻은 가스보일러를 친환경보일러로 정의함.
- 소형 친환경보일러
 - 최근 변경된 환경표지인증기준은 다른 소형보일러 관련 인증제도의 가장 엄격한 기준을 채택하여 적용하고 있으므로 바로 사용이 가능함.
 - 국내 보일러제조사도 현 환경표지인증기준을 만족하는 제품을 시판 중임(콘텐싱 및 저 NO_x 버너 방식을 적용한 보일러).
- 중대형 친환경보일러
 - 현재의 환경표지인증 기준을 중대형보일러에 대한 고효율기자재인증제도 및 저 NO_x 버너 인증제도를 참고하여 세분화 및 강화가 필요함.
 - 기존 저 NO_x 버너 인증제품에 대한 친환경보일러 항목들을 평가하여 환경표지인증기준을 단계적으로 강화하는 방안도 고려가 필요함.

33 친환경보일러 보급방안

331 중대형 친환경보일러(증발용량 0.1톤/h 이상)

- 비규제 대상의 중대형보일러에 대해서는 한시적으로 교체지원사업을 시행 후, 규제적용 대상을 점진적으로 확대하여 친환경보일러 설치 의무화로 전환함.
- 기존의 저 NO_x 버너 지원사업을 에너지효율과 NO_x 모두를 고려하는 친환경보일러 지원사업으로 전환함.
- 0.3톤 이상 보일러에 적용하고 있는 기존 저 NO_x 버너 보급지원사업의 대상 범위를 0.1톤 이상 보일러까지 확대 적용함.

- 다만, 지원대상의 우선순위 선정은 NO_x 및 에너지 저감효과가 큰 시설을 우선적으로 지원(연료 전환효과, 설치연도 및 용량 등 고려)함.
- o 향후 5년의 친환경보일러 지원방법 및 효과를 분석함.
- 2008년~2012년 저NO_x버너 교체사업 분석자료를 토대로, 연간 400대의 보일러 교체를 지원하는 것으로 가정함.
- 1차연도에 453톤의 NO_x배출이 저감되고, 5차연도에는 2,000대의 보일러가 친환경보일러로 교체되어 2,263톤의 NO_x배출이 저감되는 것으로 분석됨.
- 5차연도의 누적 NO_x저감량은 2010년 기준 서울시 NO_x배출량의 3.2% 수준임.

표 1 중대형 친환경보일러 보급방법 및 NO_x저감량 추정(누적)

	1차연도	2차연도(누적)	3차연도(누적)	4차연도(누적)	5차연도(누적)
NO _x 저감량 (톤)	453	905	1,358	1,810	2,263
투입예산 (백만원)	4,088	8,177	12,265	16,354	20,442
교체대수	400	800	1,200	1,600	2,000

3.3.2 소형(가정용) 친환경보일러(증발용량 0.1톤/h 미만)

1) 보급방향

- o 가정용 소형보일러에 대해서도 친환경보일러 보급지원사업을 시행함.
- o 에너지절감을 목적으로 콘덴싱보일러 보급촉진 지원사업을 진행한 바 있는 유럽사례를 참조하여 단계적으로 지원규모를 축소 후 의무화로 전환함.
- o 현재의 친환경보일러는 모두 콘덴싱 방식의 보일러이므로 콘덴싱보일러 관련 이슈를 설치 전에 평가하여 2차적 문제를 최소화함.
- 응축수 관련 배수문제 등에 대한 설치가능 여부를 평가함.
- 영국의 사례처럼, 콘덴싱보일러 설치지침서를 마련하여 설치가능여부 판단 및 적절한 설치로 사후 문제발생 최소화를 유도함.

2) 보급 방법 및 효과분석

- 서울시 환경영향평가 대상사업에 대해서는 친환경보일러 설치를 의무화함.
- SH공사가 임대주택을 대상으로 시행하는 보일러교체 시 친환경보일러를 적용함.
- 서울시나 중앙정부에서 시행하는 저소득층 대상 집수리사업 및 에너지 효율개선사업과 연계하여 사업 진행 시 친환경보일러를 적용함.
- 그 외는 일반보일러와 친환경보일러의 차액 일부를 지원함.

표 2 소형 친환경보일러 보급방법

	대상	주요 내용
신축 건물 (신설)	서울시 환경영향평가 대상 (대규모)	친환경보일러(환경표지인증) 설치 의무화
	서울시 환경영향평가 비대상 (소규모)	일반보일러와 친환경보일러의 차액 일부를 지원
기존 건물 (교체)	SH공사 임대주택	친환경보일러로 교체
	저소득층 집수리사업	희망의 집수리사업, 에너지효율개선사업 등과 연계하여 친환경보일러로 교체
	그 외	일반보일러와 친환경보일러의 차액 일부를 지원

- 3가지 사례로 나누어 보일러 1대당 효과분석을 실시함.
- 노후보일러 교체는 일반가스보일러로 교체하는 사례(Case 1)와 친환경보일러로 교체하는 사례(Case 2)로 구분하여 효과 분석
- 신규주택은 일반가스보일러 대신 친환경보일러를 선택하는 사례(Case 3)의 효과 분석

표 3 Case별 효과분석(보일러 1대당)

구분	사례	연료절감량 (m ³ /년·대)	CO ₂ 배출저감량 (톤/년·대)	NOx 배출저감량 (kg/년·대)	연료절감액 (원/년·대)
교체	Case 1 (노후 → 일반)	39	0.094	2.085	41,321
	Case 2 (노후 → 친환경)	130	0.315	3.156	138,191
신설	Case 3 (일반 → 친환경)	91	0.221	1.071	96,870

주 : 노후보일러(에너지효율 80%, NOx배출 173ppm)
 일반보일러(에너지효율 83%, NOx배출 85ppm)
 친환경보일러(에너지효율 91%, NOx배출 40ppm)

- 노후보일러를 친환경보일러로 교체하는 경우가 연료절감, CO₂ 및 NO_x 배출저감효과가 가장 크게 나타남.
- 국립산림과학원에 따르면 30년생 소나무 한 그루가 연간 6.6kg의 CO₂를 흡수하는 것으로 조사되므로, 노후보일러 1대를 친환경보일러로 교체하는 것은 소나무 47그루의 CO₂ 흡수효과에 해당함.
- 노후보일러의 친환경보일러 교체는 연간 138,000원의 연료비 절감을 가져옴.
 - 친환경보일러 보급효과 분석
- 노후보일러의 친환경보일러 교체대수를 연간 10만대로 가정하여 5년 동안의 보급효과를 분석함.
 - 친환경보일러와 일반보일러의 차액이 20만원 수준이고, 앞서 분석한 연간 연료절감액을 고려하여, 보조금 지원액을 10만원으로 설정함.
- 노후보일러의 친환경보일러 교체 시, 1차연도에 316톤의 NO_x배출이 저감되고, 5차연도에는 50만대의 친환경보일러 교체보급으로 1,578톤의 NO_x배출이 저감되는 것으로 분석됨.
- 5차연도의 누적 NO_x저감량은 2010년 기준 서울시 NO_x배출량의 2.5% 수준임.
- 가정용 보일러의 오염물질 배출 저감이 서울시민들의 주요 생활공간인 주택주변에서 발생함을 고려하면 시민들의 건강개선에 기여하는 효과는 보다 클 것으로 기대됨.

표 4 소형 친환경보일러 보급효과 추정(누적)

	보급대수 (만대)	연료절감량 (천m ³)	CO ₂ 배출저감량 (톤)	NO _x 배출저감량 (톤)	투입예산 (백만원)
1차연도	10	12,976	31,532	316	10,000
2차연도	20	25,951	63,064	631	20,000
3차연도	30	38,927	94,595	947	30,000
4차연도	40	51,903	126,127	1,263	40,000
5차연도	50	64,878	157,659	1,578	50,000

- 친환경보일러 보급지원사업 시행 방안
- 지원사업 대상자 모집 및 홍보 방안
 - 국내 보일러 제조업체 및 대리점 등 보일러 판매경로를 활용한 홍보
 - 일반 시민들의 보일러 설치에 영향을 많이 줄 수 있는 보일러 설비업자들에 대한 홍보
 - 서울시 에코마일리지 가입자에 대한 홍보(지원금 보조 + 에너지절감에 따른 연료비 절감 및 포인트(혜택) 증가 등)
- 보조금 지급대상 및 설치 확인
 - 도시가스 공급업체를 활용한 확인과 자치구에서 일부 선별 재확인
- 사후평가
 - 에코마일리지 가입자 중 친환경보일러 수혜 대상자에 대한 도시가스사용량 등을 모니터링하여 향후 사업 개선에 활용