

화목난로·보일러 사용지침(안)

2019. 12.



산림청
Korea Forest Service

☐☐ 순 서 ☐☐

I. 「화목난로·보일러 사용지침」 제정 이유	1
II. 화목난로·보일러의 정의 및 종류	2
III. 유해물질 발생 및 화재의 주요원인	5
IV. 올바른 화목 기준 및 보관 방법	7
V. 올바른 난방기 사용·관리 방법	10
VI. 화목난방기 점검표	13

I. 「화목난로·보일러 사용지침」 제정 이유

화목(火木) 난로·보일러(이하 난방기)는 뿔나무를 연료로 사용하는 난방기이다. 올바른 연료와 적정 난방기를 사용하면, 문제될 것이 없다. 그러나, 충분히 마르지 않은 뿔나무나 폐가구·방부목재·합판 등 화학처리가 된 폐목재나 생활쓰레기를 연료로 사용하여 매연으로 인한 주민들의 고충·분쟁 등 여러 문제를 일으키고 있다.

그동안 연료 및 난방기에 대한 법적기준이 없었으나, 「대기관리권역의 대기환경개선에 관한 특별법」이 2020년 4월에 시행되면, 화목난방기 등 소규모 대기오염물질 배출원에 대해서도 행위제한, 방지시설 설치를 강제할 수 있게 된다.

- * 열사용기자재의 검사 및 검사면제에 관한 기준(산업통상자원부고시)에 따라 보일러의 품질 및 안전과리를 규제하고 있으나 화목보일러는 적용받지 않음
- 열사용기자재의 종류(에너지이용 합리화법 시행규칙 별표1) : 강철제·주철제 보일러, 소형 온수보일러, 구멍탄용 온수보일러, 축열식 전기보일러

6개월 이상 건조하여 함수율이 20%미만인 뿔나무를 고효율 화실구조를 가진 난방기에 사용할 경우 미세먼지 및 미세먼지 원인물질은 거의 발생하지 않는다. 젖은 목재 및 폐목재는 매연, 미세먼지의 원인이 된다.

미세먼지는 우리나라 사람들이 가장 민감하게 여기는 안전 위협요소이므로, 화목난방기 사용자는 주변 주민들에게 피해를 주지는 않는지 항상 살펴야 할 것이다.

화목난방기 사용자는 올바른 연료에 대한 이해를 명확히 하고, 소유 난방기가 적정한 지 점검하여 새로운 규제에 대비할 수 있다.

산림청은 화목난로·보일러 사용지침을 보급하여, 난방기 사용자가 올바른 연료와 적정 보일러를 사용하여 대기오염 관련 고충·분쟁을 최소화하고자 한다.

II. 화목난로·보일러의 정의 및 종류

□ 정의

- 화목(火木, firewood) : 난로, 화덕, 중앙난방시설과 같은 가정용 시설에서 연료로 사용되는 20~100cm로 자르거나 쪼갠 목재
 - * 고체 바이오연료 정의(ISO 16559)
- 화목난로 : 화목을 연료로 사용하여 실내공기를 데우는 난방기
- 화목보일러 : 화목을 연료로 사용하여 연소열을 물 등에 전하여 온도와 압력이 높은 증기를 발생시키는 장치



□ 화목이 타는 원리

- (1단계 : 가열) 화목을 가열하게 되면 우선 화목에 포함되어 있는 물과 기타 휘발성 물질이 증발한다
- (2단계 : 열분해) 150℃ 이상 온도에서 분해가 시작되고 가스혼합물과 일산화탄소(CO)와 탄화수소 등 가스혼합물이 발생하기 시작한다. 400~500℃ 이상 온도에서 고체 유기물질이 가스화되고, 대기의 산소와 결합해서 일산화탄소를 형성한다. 이 과정에서 숯이 남는다.
- (3단계 : 연소) 1~2단계에서 형성된 가스는 대기중 산소와 반응하여 이산화탄소와 물을 형성한다. 숯은 완전히 연소되고, 이후에 재만 남는다.

□ 화목난방기 사용 현황

- 화목난방기는 설비나 연료에 대한 규제가 없으므로, 현황 파악이 어렵다. 농촌의 농업가구의 7.2%가 화목난로를, 1.5%가 화목보일러를 사용한다는 조사결과('16.3월, 경기연구원)가 있고, 겨울철 화목난방기 관련 고충민원이 많은 것으로 보아 상당한 수의 가정에서 화목난방기를 사용하고 있다.

※ 화목난방기 사용 현황(추정)

- 산림청 조사('18) 36,538가구(소나무재선충병 방제관련 소나무사용농가 조사)
- 한국환경산업기술원('13) 172,277대 추정(난로 126,830대, 보일러 45,447대)

○ 화목 구입 방법

- ① 원목 구입, ② 땃나무 구입, ③ 직접 채취, ④ 폐목재(절대금지)



□ 화목난방기 관련 제도

○ 소방기본법

- 제15조(불을 사용하는 설비 등의 관리와 특수가연물의 저장·취급)
 - ① 보일러, 난로, 건조설비, 가스·전기시설, 그 밖에 화재 발생 우려가 있는 설비 또는 기구 등의 위치·구조 및 관리와 화재 예방을 위하여 불을 사용할 때 지켜야 하는 사항은 대통령령으로 정한다.
- 제56조(과태료) 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게는 200만원 이하의 과태료를 부과한다.
 2. 제15조제1항에 따른 불을 사용할 때 지켜야 하는 사항 및 같은 조 제2항에 따른 특수가연물의 저장 및 취급 기준을 위반한 자

※ 보일러 등의 위치·구조 및 관리와 화재예방을 위하여 불의 사용에 있어서 지켜야 하는 사항 (소방기본법 시행령 별표1)

○ 보일러 (화목보일러 관련 사항만 발췌)

1. 가연성 벽·바닥 또는 천장과 접촉하는 증기기관 또는 연통의 부분은 구조토·석면 등 난연성 단열재로 덮어씌워야 한다.
4. 보일러와 벽·천장 사이의 거리는 0.6미터 이상 되도록 하여야 한다.
5. 보일러를 실내에 설치하는 경우에는 콘크리트바닥 또는 금속 외의 불연재료로 된 바닥 위에 설치하여야 한다.

○ 난로 (화목보일러 관련 사항만 발췌)

1. 연통은 천장으로부터 0.6미터 이상 떨어지고, 건물 밖으로 0.6미터 이상 나오게 설치하여야 한다.
2. 가연성 벽·바닥 또는 천장과 접촉하는 연통의 부분은 구조토·석면 등 난연성 단열재로 덮어씌워야 한다.

○ 건축법

- 건축법 시행령

제54조(건축물에 설치하는 굴뚝) 건축물에 설치하는 굴뚝은 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 설치하여야 한다.

※ 건축물에 설치하는 굴뚝 (건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙(국토교통부령) 제20조)

1. 굴뚝의 옥상 돌출부는 지붕면으로부터의 수직거리를 1미터 이상으로 할 것. 다만, 용마루·계단탑·옥탑등이 있는 건축물에 있어서 굴뚝의 주위에 연기의 배출을 방해하는 장애물이 있는 경우에는 그 굴뚝의 상단을 용마루·계단탑·옥탑등보다 높게 하여야 한다.
2. 굴뚝의 상단으로부터 수평거리 1미터 이내에 다른 건축물이 있는 경우에는 그 건축물의 처마보다 1미터 이상 높게 할 것
3. 금속제 굴뚝으로서 건축물의 지붕속·반자위 및 가장 아랫바닥밑에 있는 굴뚝의 부분은 금속외의 불연재료로 덮을 것
4. 금속제 굴뚝은 목재 기타 가연재료로부터 15센티미터 이상 떨어져서 설치할 것. 다만, 두께 10센티미터 이상인 금속외의 불연재료로 덮은 경우에는 그러하지 아니하다.

Ⅲ. 유해물질 발생 및 화재의 주요원인

□ 화목난방기의 특징

- 화목난방기는 연료가 호스를 통하여 자동으로 공급되는 기름이나 가스난방기와 달리 사용자가 직접 화목을 연소실에 투입하는 방식이며, 이로 인해 사용·관리상 또는 설치상의 부주의가 있는 경우 여타 연료를 사용하는 보일러에 비하여 상대적으로 화재에 취약함
- 화목난방기 연소 불량 및 안전사고 원인
 - (연료) 화목의 종류와 질, 건조상태에 따라 연소 품질에 차이가 큼
 - (연소) 점화시 화실 내부를 감싸고 있는 물관(통) 때문에 벽면의 낮은 온도와 부딪히면서 불완전연소가 발생해 보일러 내부와 연통에 그을음과 연기, 타르가 끼어 연소효율을 떨어뜨림
 - (배기) 연통이 잘못 설치되거나 연소 중 화실이 밀폐되지 않은 경우 연통의 배연구나 연료 투입구 등을 통하여 불티 또는 화염이 외부로 방출될 위험이 있음
 - (소화) 화실에 불씨가 남아 잔재 처리시 주의를 기울이지 않으면 주변 가연물에 인화될 수 있음

□ 화목난방기의 화재 발생 주요원인

- (과잉연소) 부적절한 점화방식, 연료 과다투입, 저효율 화실구조
- (인접 가연물 발화) 보일러 및 연통의 부적절한 설치, 관리 부주의
- (연통 내부 타르) 불량 연료 및 젖은 화목 사용, 저효율 화실구조
- (숯, 재의 과다 발생) 불완전 연소, 화실 및 연통 재청소 부실, 저효율 화실구조

□ 화목난방기 먼지 및 일산화탄소 발생 주요원인

- 수분함유량이 높은 나무연료 사용
- 부적절한 점화방식(전통적 하부점화)
- 저효율 화실구조(단열성·기밀성·재받침·2차공기주입 미비)

□ 화재발생 주요원인 (출처 : 소방청 화목보일러 안전관리 매뉴얼)

1 보일러 과열

온도조절 안전장치가 없는 보일러에 한꺼번에 너무 많은 연료 투입시 과열에 의한 복사열에 의해 주변 가연물에 착화



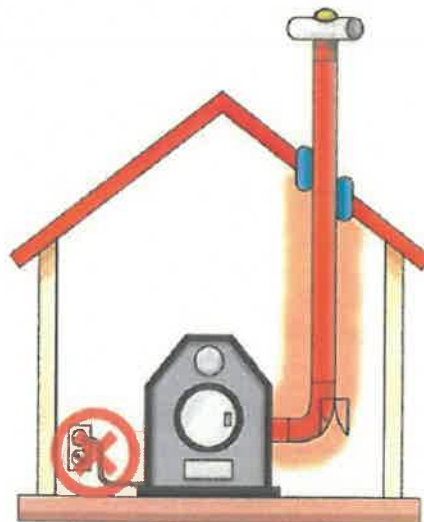
2 가연물 근접·불티

- 연료 투입구, 연통 또는 굴뚝 끝에서 불티가 비산되어 주변의 땃나무, 지붕 등의 가연물에 착화
- 타고 남은 재가 방치된 상태에서 바람이 불 경우 불티가 날려 주변 가연물에 착화



3 연통 과열

- 공기량 부족, 젖은 나무 또는 합판 사용시 불완전연소되어 그을음(타르)이 과다 발생
- 연통 내부에 쌓인 타르에 불이 붙으면 연통이 1000℃ 이상 과열되어 주변 가연물에 착화



4 기타 원인

보일러의 각종 장치 전기배선 합선 또는 기계적 고장 등에 의한 요인으로 착화

IV. 올바른 화목 기준 및 보관 방법

□ 올바른 화목을 사용해야 하는 이유

- 순수한 목재를 적정하게 건조(함수율 20%이하)하여 연소하면, 유해가스는 거의 발생하지 않으며, 이산화탄소·재·물만 발생함
 - 따라서, 화목 사용은 석탄·석유 등 화석연료 사용과는 달리 대기 중에 새로운 이산화탄소를 내뿜는 것이 아니므로 유엔기후변화협약에서는 화목 등 목질계바이오매스에너지 사용의 온실가스 배출량을 '영(0)'으로 인정
- 젖은 목재(함수율 20%이상)를 사용하거나, 화학처리된 폐목재를 연소하게 되면 다량의 유해가스 발생
 - * 먼지, 일산화탄소, (화학처리 폐목재 연소시) 다이옥신, 퓨란 등 발암물질 발생
- 불량 화목 연소시 방출되는 먼지는 90%가 미립자로 이루어져 있고, 호흡과정에서 호흡기(폐)로 들어갈 수 있고 기관지염, 천식 발작의 증가, 심장 혈관계 영향 및 발암 가능성을 높일 수 있음

□ 올바른 화목 기준

- 오염되지 않은 순수 목재를 6~12개월 건조한 후 사용
- 사용금지 : 폐가구, 콘크리트가설용 거푸집 사용 목재, 방부목재, 합판, 파티클보드, 섬유판 등 화학물질 또는 이물질로 오염된 목재나 젖은 목재(함수율이 20%이상인 목재), 플라스틱·스티로폼 등 생활쓰레기



□ 화목 보관 방법

- ① 원목(통나무)는 빠른 건조를 위해 1/4이나 1/6 크기로 쪼갠다
- ② 공기가 잘 통하도록 교차로 쌓는다.
 - 주택에서 거리를 두고(화재안전), 받침대를 두어 지면으로부터 띄운다.
- ③ 비나 눈을 맞지 않도록 지붕을 설치하거나 덮는다.
 - 덮개와 화목간 공간이 있어야 한다. 직접 닿아 덮지 않도록 한다.
- ④ 충분한 시간동안 건조해야 한다. 침엽수는 6개월이상, 활엽수는 12개월 이상 건조해야 한다.
 - 잘 마른 뿔나무는 가볍고(생나무 함유율 50% → 뿔나무 15~20%), 두드리면 속이 빈 것처럼 소리가 난다.

뿔나무(장작)) 만들기			
	통나무 사진	쪼개는 사진	쪼갠 장작
	교차로 쌓기		
쌓는 사진		쌓아 놓은 사진(근경)	쌓아 놓은 사진(전경)
지붕 설치			
	덮개 사진	지붕 사진	부적절 예
	건조		
침엽수는 6개월이상		활엽수는 12개월 이상	젖은 나무 연소시 연기발생

○ 화목 보관시설 제작 예시 (사진)



처마 밑 보관

별도 저장시설

부적절 사례

○ 젖은 목재 연소시

- 젖은 목재 연소는 에너지를 낭비하는 것이다. 나무를 벌채하자마자 함수율은 50%에 달한다(무게 절반이 물이다) 땀나무에 수분은 난방기의 온도를 낮추고 불완전연소의 원인이 되어 다량의 연기와 그을음의 원인이 된다. 연기는 실내외 대기질을 악화시킨다.

※ 화목의 수분 함량에 따른 유해·오염물질 방출량 연구

주요내용	출처	비고
화목의 함수율을 난로(20~25% 이하)와 보일러(20~35% 이하)에 따라 함수율 기준을 제시	ISO 17225-5-2014 Solid Biofuels – Fuel specification and classes – Part 5 Graded Firewood	국제표준화기구 (ISO) 정식 규격
함수율이 높은 목재 연소 시 초미세먼지(PM2.5) 발생량이 증가	Guerrero 외, 2019, Science of the Total Environment	학술연구자료 (칠레)
화목의 수분함량이 높을수록 대기의 열 부하를 높여 보일러의 효율이 감소하고 배출가스 발생량이 증가	Dzurenda와 Banski, 2019, Sustainability	학술연구자료 (슬로바키아)
목재 함수율이 증가할수록 미세먼지, 유기탄소, PAHs의 배출계수가 증가	Shen 외, 2014, Journal of Environmental Sciences	학술연구자료 (중국)
함수율이 높은 목재를 연소할 경우 연기 입자와 다환방향족 탄화수소(PAHs) 발생량이 증가	Chomanee 외, 2009, Aerosol and Air Quality Research	학술연구자료 (태국)

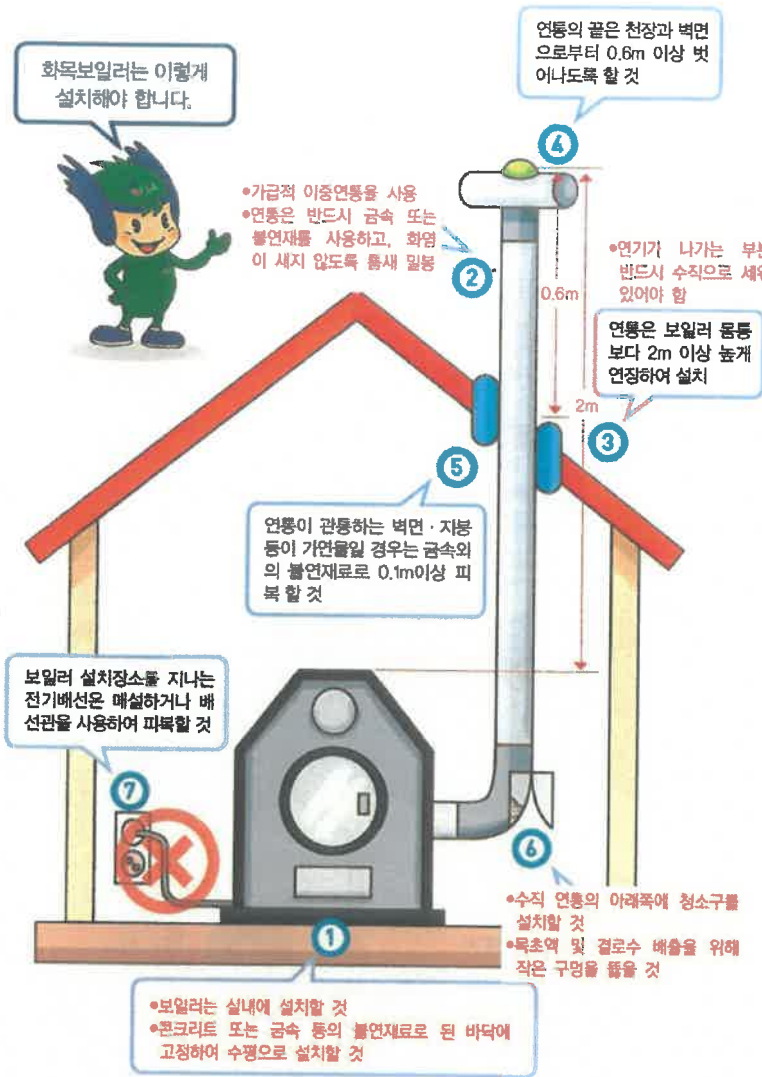
V. 올바른 난방기 사용·관리 방법

□ 화목난방기 관리 방법

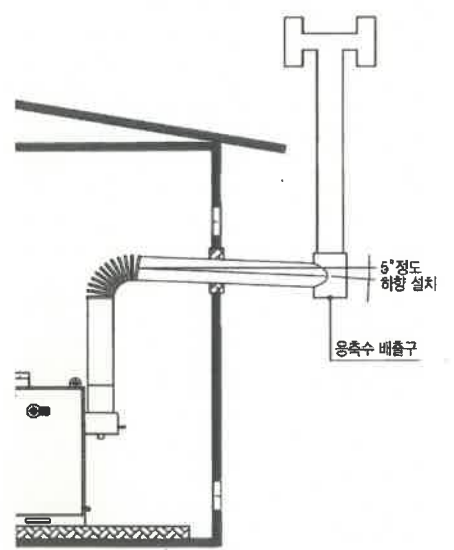
- 사용자는 난방기를 정기적으로 검사하고 유지 보수해야 한다.
- 난방기 작동 중에는 연료투입구, 연통 및 배관부의 기밀성과 공기투입기(팬)의 성능을 확인해야 한다.
- 난방기를 장기간 사용하지 않은 여름철에는 연소실을 올바르게 청소하여 습기가 응축되지 않게 하여야 한다.

□ 화목난방기 설치기준

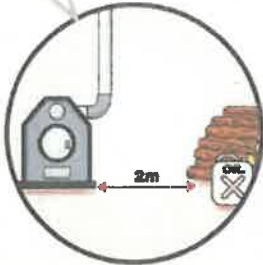
- 보일러는 실내에 설치할 것. 보일러 설치장소를 지나는 전기배선은 매설하거나 배선관을 사용하여 피복할 것
- 콘크리트 또는 금속 등의 불연재료로 된 바닥에 고정하여 수평으로 설치할 것
- 가급적 이중연통을 사용
- 연통은 반드시 금속 또는 불연재를 사용하고, 화염이 새지 않도록 틈새 밀봉할 것
- 연통은 보일러 몸통보다 2m이상 높게 연장하여 설치
- 연통의 끝은 천장과 벽면으로부터 0.6m이상 벗어나도록 할 것
- 연기가 나가는 부분은 반드시 수직으로 세워져 있어야 함
- 연통이 관통하는 벽면·지붕 등이 가연물질일 경우는 금속외의 불연재료로 0.1m이상 피복할 것
- 수직 연통의 아래쪽에 청소구를 설치할 것
- 목초액 및 결로수 배출을 위해 작은 구멍을 뚫을 것



목초액 및 결로수(응축수) 배출을 위한 연통 설치방법



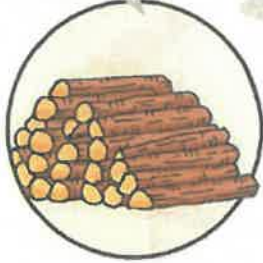
가연물과 보일러는 2m이상 떨어진 장소에 보관하세요.



보일러실 인근에는 소화기를 비치하세요.



지정된 연료만 사용해 주세요.
•밤나무는 절대 사용 금지



투입구 개폐시 화상에 주의하세요.



연료를 한꺼번에 많이 넣지 마세요.



•젖은나무, 합판, 화학처리된 목재는 그을음의 주원인이므로 사용하지 마세요.
•일주일에 한번 정도는 화실 내부를 청소해 주세요.

나무연료 투입 후 투입구를 꼭 닫아 주세요.



•연통 청소는 수시로 해야 하며, 막대기로 연통을 가볍게 두드리며 타르를 털어낸 후 제거해 주세요.



VI. 화목난방기 점검표

점검사항	점검결과	조치사항
① 설치 장소의 적정 여부 - 넘어지지 않도록 바닥에 고정 설치		
② 연료 사용 적정 여부 - 잘 건조된 화목을 사용하는지(함수율 20%이하) - 중간장작, 가는장작을 준비했는지 - 2m이상 떨어진 장소에 보관		
③ 연료 투입구의 기능 점검 - 닫힌 상태에서 틈새가 없는지		
④ 연통의 설치 및 기능 점검 - 난방기보다 2m이상 높게 연장 설치 - 천장 또는 건물 밖으로 0.6m이상 나오게 설치 - 불연재료의 재질 및 연결부에 청소구 설치 - 관통(벽, 지붕)부분의 불연재료 단열처리 상태 - 막히거나 화기가 새어나오는 구멍이 없는지 - 주기적(3개월) 청소 실시 여부		
⑤ 소화기 설치 및 유지관리 상태 - 보일러실에 소화기 비치 여부 - 소화기 정상작동 및 관리 상태 확인 - 소화기 압력상태 적정 여부		
⑥ 취급 시의 안전관리 적정성 - 연료를 한꺼번에 많이 넣는지 여부 - 폐목재, 생활쓰레기를 넣는지 - 연료 투입 후 투입구를 닫고 있는지 - 난방기 주변에 가연물을 방치하지 않는지		
⑦ 올바른 점화방식 점검 및 교육 - 장작을 쌓은 후 위에서 점화하는지 여부 * 밑에서 점화하면 과잉연소 및 그을음, 먼지 과다 발생		

참고자료

1. 2017, 충청남도(충남적정기술협동조합연합회), 화목보일러 효율개선 및 안전화사업 주요성과
2. 2013, 독일 Federal Environment Agency, Heating with wood - A guide to clean and proper heating
3. 2015, FAO, Wood fuels handbook
4. 2014, 소방방재청, 화목보일러 안전관리 매뉴얼