

## 8장. 로켓매스히터의 크기와 비율



아주 작은 차이가 확연히 다른 결과를 낳는다. 우리는 종종 눈에 잘 띄지 않는 미세한 변화와 차이들을 무시한다. 그러나 그 결과는 결코 무시할 수 없는 경우가 있다. 불은 작은 크기의 변화도 놓치지 않는다. 그 차이를 활활 태워 뜨거운 불꽃이 아니면 검고 독한 연기로 되돌려준다. 불이 만들어지고 열기가 통과하는 모든 공간과 통로들은 서로가 인정하는 크기가 있다. 너무 크지 않게 또는 너무 작지 않게 적당한 비율로 서로를 통제하며 전체 구조를 이루고 불을 만들고 다스린다. 잘 만들어진 모든 화덕과 벽난로들이 그러하듯 로켓매스히터도 적절한 크기와 비율로 만들어져야 한다.

## 연소부 각 부위의 크기와 영향

로켓매스히터를 만들 때 가장 중요한 점은 각 부위의 크기와 정확한 비율입니다. 각 부위의 크기와 상호 간의 비율이 로켓매스히터의 성능에 끼치는 영향은 매우 큼니다. 사례들 들면 수직연통(열기상승관)과 연소로의 길이, 연소로와 수직연통의 높이, 장작투입구와 수직연통의 높이 등 그 비율과 크기에 따라 열기와 연기의 흐름은 그림과 같이 변하게 됩니다.



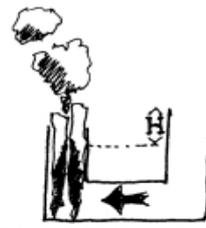
수직연통의 높이가 연소로 길이는 같다.



연소로의 길이가 수직연통 높이의 두배가 되면 열기의 흐름은 반으로 줄고 연소로에서 열손실은 두배로 증가한다.



수직연통(열상승관)의 높이가 연소로 길이의 두배가 되면 열기의 흐름은 두배로 빨라진다.



장작투입구 높이가 너무 높고 수직연통(열상승관) 높이가 상대적으로 낮으면 연기가 자주 역류한다.

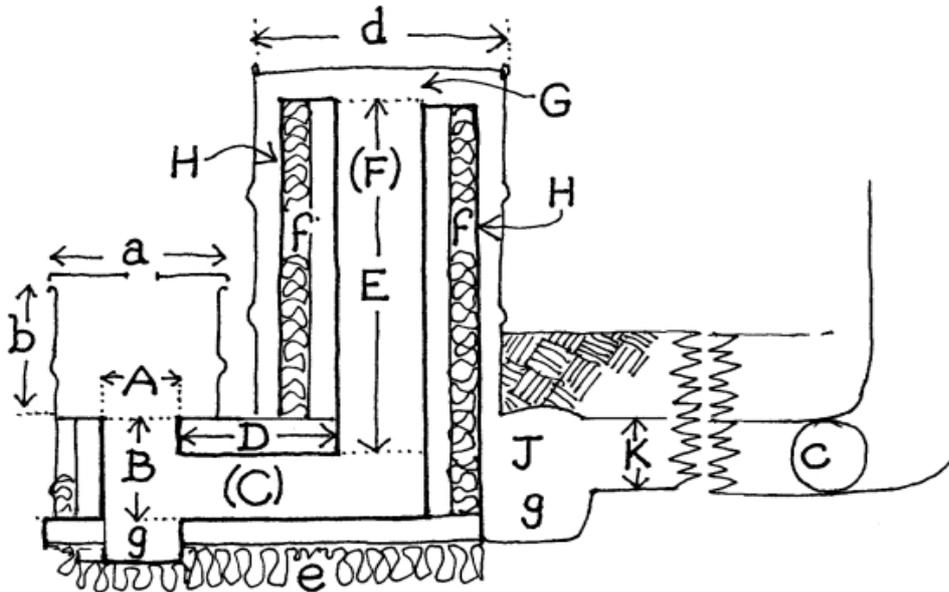
(그림8-1 로켓 연소부 각 부위의 상대적 크기에 따른 영향)

### - 수평연통의 크기를 기준으로 삼는다.

로켓매스히터 각 부분의 모든 치수와 비율은 축열부 밑에 들어가는 수평연통의 직경을 기준으로 삼습니다. 흙침대나 흙의자 아래 수평연통의 직경이 20cm일 경우 전체 연소부가 차지하는 공간은 대략 122cm(길이) x 61cm(폭) x 91cm(높이) 정도가 되어야 합니다. 물론 연소부 몸체를 어떻게 감쌀 것인가에 따라 크기는 더 커질 수 있습니다.

로켓매스히터를 만들 때 반드시 정확한 치수와 비율을 지켜야 하는 핵심 부분이 있습니다. 그외 나머지 부분들의 크기는 정확치는 않아도 가능하면 권장 크기를 지켜야 합니다. 여기서는 축열부 흙의자 밑에 들어갈 수평연통은 직경 20cm 연통을 사용하고 208L 드럼통을 열교환기 발열 드럼통으로 사용하는 로켓매스히터를 기준으로 설명하고자 합니다. 여기에 제시하는 비율과 크기들은 로켓매스히터 전문가인 이안토 에반스 Ianto Evans와 레스리 잭슨 Leslie Jackson의 저작(Rocket Mass Heaters : Superefficient Woodstove You can built)을 참조 했습니다.

## 정확히 지켜야할 크기와 비율



(그림8-2 로켓매스히터 각 부위, 대소문자 표시 구분에 주의한다.)

'A'는 연소실(화구) 입구. 연소실 입구의 크기는 정확해야 합니다. 로켓매스히터로 들어가는 공기의 주입량과 로켓매스히터를 통과하는 연소가스의 양을 결정하기 때문입니다. K 부분, 즉 수평연통의 직경이 20cm일 때 연소실 입구의 크기 A는 18 cm x 17.4cm 이어야 합니다. 만약 K 값이 15cm 일 경우라면 연소실 입구 A의 크기는 14cm x 12.5cm로 줄여야 합니다. 연소실 입구가 너무 크게 되면 실내로 연기가 역류될 수 있습니다. 이처럼 A와 K 값은 아주 밀접한 상관 관계를 갖고 있습니다. 그러나 실제 시공할 때는 구입한 내화단열 벽돌 크기에 따라 연소실 입구 크기를 조정하는 데 한계가 있습니다. 벽돌크기를 고려해서 수평연통의 직경을 결정해야 합니다.

'B'는 연소실 입구부터 재구멍 깊이를 뺀 연소실 바닥까지의 높이. B 값은 장작을 세워서 넣기 좋은 높이여야 하고 중력에 의해 장작이 타면서 저절로 밑으로 타 들어가기 적합해야 합니다. B 값, 즉 연소실 입구의 높이는 작아야 합니다. 열기상승관(수직연통) 보다 높이가 훨씬 낮고 그 깊이도 낮아야 미세 기압에 의한 공기 흡입 효과도 커지고 어떤 경우에서든 연소실에서 불이 역류하지 않게 됩니다. 실제 시공할 때는 역시 내화단열 벽돌의 크기에 맞추게 됩니다. 보통 3장 정도를 누이거나 모로 세워서 쌓게 됩니다. B의 높이는 보통 20~25cm가 적당합니다.

'C'는 연소로의 단면적. 연소로는 반드시 내화단열 벽돌로 만듭니다. 대부분 연소가 바로 이곳에서 일어납니다. 연소로는 높이보다 넓이가 약간 넓게 옆으로 누운 직사각 형태로 만듭니다. 내화단열 벽돌 한장의 크기는 제품별로 다른데 보통 190~230mm(길이) x 100~114mm(너비) x 50~65mm(높이)입니다. 이 점을 고려해서 벽돌을 쌓습니다. 연소부에서 C의 넓이는 매우 중요합니다. 연소로 뒷단의 F, G, H, J,

K 부분의 넓이가 C보다 반드시 커야 연소가스의 정체(정체가 일어나지 않습니다). C 부분은 가장 온도가 높아 연소가스가 팽창하면서 압력이 세지고 흐름이 빠릅니다. 그 뒷단 부터 점점 연소가스의 열에너지가 각 부위로 빼앗기면서 온도가 내려가고 압력도 낮아지고 흐름도 느려지게 됩니다. 연소로 뒷단의 각 부위 크기를 좀더 넓게 만들어야 연소가스와 열기가 역류하지 않습니다.

오해하기 쉬운 부분이 있습니다. 뒤에서 언급할 H 값 3.17cm과 G 값 5cm는 간격을 의미합니다. 연소로의 넓이보다 커야 하지만 간격값이 아니라 간격의 총합이 만들어내는 넓이가 커야 합니다. H와 G 부위의 전체 넓이 계산했을 때 연소로 C 부분의 단면적 보다 커야 합니다. J와 K 부위도 높이나 직경이 아니라 해당 부위의 단면적이 연소로 단면적의 넓이보다 커야 합니다. 그러나 실제 시공 시에는 대부분 시공의 편리를 위해 보통 연소로와 동일한 넓이로 만듭니다.

'D' 는 연소실 입구에서 수직연통(열기상승관)까지의 거리, 즉 연소로의 길이. 이 부분은 가능한 열 손실을 막기 위해 짧아야 합니다. 연소로의 길이 D 값은 열기상승관(수직연통)의 높이 'E' 값의 1/2 이하여야 합니다. 기본 모델에서는 약 30~45cm 정도입니다. 연소로 길이가 길어질수록 단열을 강화해야 합니다. 실제 시공에 있어서는 가능하면 짧게 만들되 열교환 발열 드럼통과 연소실 입구를 감쌀 장작투입구 드럼통을 놓을 충분한 길이를 고려해서 결정하게 됩니다.

'E' 는 연소로 위부터 수직연통(열기상승관) 위까지의 높이로 가장 중요한 값입니다. 수직연통(열기상승관)의 높이 'E' 값은 연소실로 들어오는 공기의 흡입력과 그 양을 결정합니다. 이뿐 아니라 연소효율을 결정하는 주요한 값입니다. 수직연통 높이 E 값을 두배로 높이면 흡입력 역시 두배로 커집니다. 결과적으로 연소가스를 축열부 흡집대 밑의 수평연통으로 보내는 압력과 배출 연통으로 내뿜는 배출력에 영향을 끼칩니다. 수직연통의 높이는 열교환 발열 드럼통 윗부분과 옆면의 복사열 온도에도 영향을 끼칩니다. 여기서 설명하고 있는 기본 모델의 경우 수직연통의 높이 E 값은 83.82cm인데 62cm~127cm까지 가능합니다. 규모가 큰 방이나 흡집대를 데울 경우 연소실입구와 수직연통의 단차는 크게 하고 수직연통과 흡집대나 방바닥과의 단차는 줄이는 것이 좋습니다.

'F' 값은 수직연통(열기상승관) 윗 부분의 단면적 수직연통과 열교환 발열 드럼통 사이의 공간 값 G와 혼동하지 말아야 합니다. F 값은 연소로의 단면적 보다 커야 합니다. 그래야 연소가스의 흐름이 원활해집니다. 기본 모델에서 F 값이 17.78cm x 17.78cm인 벽돌조적형이거나 직경인 20cm인 원통형입니다.

'G' 는 수직연통과 열교환 발열 드럼통 윗 부분 사이의 체적. 이 부분이 차지하는 전체 부피는 C 부분, 즉 연소로의 단면적 보다 커야 합니다. G 부분에서 수직연통과 열교환 발열 드럼통까지의 간격은 수평연통 직경이 20cm인 모델에서는 5~7cm여야 합니다. 수평연통이 15cm인 모델에서는 3~5cm가 적당합니다.

'H' 는 열교환 발열 드럼통과 수직연통(열기상승관)과 단열재를 감싸고 있는 중간 크기 드럼통 사이의 간격입니다. 이 간격은 3.8cm가 적당합니다. 결국 중간 드럼통의 직경과 큰 드럼통의 직경은 7.6~8cm

정도 차이가 나야 합니다. 두 드럼통의 간격은 고리 모양의 공간을 만들어내게 되므로 간격은 좁지만 고리모양의 공간의 키기는 연소로 C 값 보다 커집니다. 전체 드럼통을 골고루 데우기 위해서는 고온의 가스가 드럼통 주변을 골고루 소용돌이 치며 내려가야 합니다. 열교환 발열 드럼통의 복사열이 방쪽으로 더 복사되게 하기 위해서는 방쪽 방향을 향해서 약간 더 간격이 더 넓게 중심축을 약간 틀어 놓습니다. 간격이 좀더 넓은 쪽으로 고온의 가스가 더 많이 지나가게 되기 때문입니다.

열기상승관은 금속 연통 대신 내화단열 벽돌로 만들 수 있습니다. 단열재를 감싸는 중간 드럼통 역시 촘촘한 철망 매쉬나 금속판을 사용해서 만들 수 있습니다. 열교환 발열 드럼통 대신 축열이 가능한 황토벽돌이나 적벽돌을 쌓아서 만들 수 있습니다. 이처럼 만드는 방법이 다르더라도 각 부위 크기와 비율은 최대한 지켜져야 합니다.

'J'는 열교환 드럼통과 축열부 수평연통이 연결되는 접합 부위. 이곳은 자신도 모르게 좁게 만들기 쉬운 부분입니다. 그렇게 되면 배기가스의 병목현상이 일어납니다. 이 부분은 연결부위를 약간 깊고 넓게 팝니다. 이 부분은 접합 부위이기도 하고 재를 청소하는 재 청소구가 여기에 연결됩니다. 연소실 바로 밑의 잿구멍 'g'와 접합부위의 재청소구 'g'는 재가 쌓여 막히지 않게 하는 역할을 하는데 여단을 수 있는 개폐장치를 달아둡니다. 보통 T형 연통 연결구와 막음마개를 사용합니다.

'K'는 축열부 흙의자나 흙침대 밑의 수평연통(연도). 수평연통 안에 흐르는 열기는 축열부에 열을 저장하면서 흘러가게 됩니다. 이 부분은 적어도 열기상승관(수직연통) 단면적 보다 넓어야 합니다. 기본 모델에서 수평연통의 직경은 20cm~25cm 정도가 적당합니다. 수평연통의 직경은 전체적으로 대부분의 연결 부위 크기 보다 커야 합니다. 수평 연통에서 연소가스의 흐름이 가장 느리고 압력도 낮아지기 때문입니다. 로켓메스히터의 모든 부분에서 열흡수가 일어나면서 그 만큼 열에너지와 압력이 줄어들기 때문입니다. 특히 축열부 아래 수평연통에서는 가장 많은 열흡수가 일어납니다. 연통이 아닌 벽돌로 쌓아서 만든 연도일 경우도 같은 크기의 비율을 적용합니다.

축열부를 구들형식으로 연결할 경우 고래는 전통 방식보다는 좁고 낮게 만들되 연소로 공간을 만들 때 쌓은 벽돌의 높이와 너비보다 약간 넓게 만듭니다. 구들형식으로 축열부 밑의 연도를 만들 경우 연소가스가 골고루 퍼지도록 규모에 따라 다양한 고래의 설계가 가능합니다. 작은 규모의 흙침대일 경우는 줄고래 보다 높은 고래 형태로 만듭니다. 긴 흙의자의 경우는 뒤 돌아오는 줄고래 형태로 만듭니다.

## 권고를 따르면 좋은 크기와 비율들

'a'는 장작투입구. 장작투입구 연소실입구를 감싼 소형드럼통 부분입니다. 이 부분이 별도로 없고 연소실입구와 장작투입구를 함께 사용하는 경우도 있습니다. 장작투입구는 보통 가장 작은 56.77L~68.12L 드럼통으로 만드는데 직경은 35cm 정도가 적당합니다. 작은 드럼통이 없을 경우 원형으로 말은 함석판을 사용하기도 합니다.

'b'는 연소실 입구에서 장작투입구 입구까지의 높이. 약 30cm 이하로 만듭니다. 이곳은 아주 뜨거운 부분인데 자칫 이곳이 과열되면 연소 흐름을 방해하고 연기가 역류할 수 있습니다. 장작투입구는 쉽게 냉각될 수 있는 재질로 만듭니다. 때때로 연기가 역류되는 것을 막거나 연소실에 주입되는 공기량을 조절하기 위해 작은 구멍을 뚫거나 공기구멍을 여닫을 수 있는 개폐장치가 달린 뚜껑을 덮습니다.

'c'는 굴뚝이나 외부 연통이 수직으로 꺾이며 연결되는 부분. 최대한 바닥에 붙여서 설치하는 데 이곳에 그을음이나 재 청소구멍을 만듭니다. 기압이 낮은 날은 이 구멍을 열어 연기 배출을 돕는 숨구멍을 뚫어 둡니다. 배출연통 방식이 아닌 굴뚝 개자리가 있는 전통 굴뚝 방식으로 만들 수 있습니다.

'd'는 열교환 발열 드럼통의 윗 표면. 가장 많이 사용되는 94.625L 드럼통의 직경은 46.99cm입니다. . 208.19L 드럼통의 직경은 57.15cm입니다. 94.625L나 113.55 L 드럼통은 수평연통의 직경이 15cm일 경우 적당하고, 208.19L 드럼통은 수평연통의 직경이 20cm 일때 적당합니다. 열교환 드럼통이 크면 그만큼 드럼통 표면의 온도가 낮아지게 됩니다. 발열 드럼통 대신 축열과 열복사가 가능한 흙벽돌이나 적벽돌로 약간 간격을 띄운 채 열기상승관을 감싸서 열교환기를 만들 수 있습니다. 드럼통으로 만들면 수리나 점검이 편리한 반면 옆면이 지나치게 뜨거워 화상의 위험이 있습니다. 벽돌로 만들면 수리나 점검이 쉽지 않지만 외관이 깔끔하고 데일 염려가 없습니다. 벽돌로 만들 때 윗 부분을 철판을 덮고 내화물탈을 발라서 마감하면 이후 수리나 점검이 필요할 때 편리합니다.

'e'는 연소로 밑의 단열부. 연소가스의 온도가 떨어지지 않게 하기 위해 연소로를 주위를 단열해야 합니다. 특히 바닥 단열은 매우 중요합니다. 만약 방바닥에 보일러가 깔려 있다면 별도로 단열처리할 필요는 없습니다.

'f'는 수직연통(열기상승관)을 감싸는 단열부. 수직연통과 그것을 감싸고 있는 중간 드럼통 사이에 단열재를 충분히 채웁니다. 중간 크기의 드럼통을 구할 수 없을 때는 촘촘한 철망 매쉬나 금속판으로 감싸고 그 안에 단열재를 채웁니다.

'g'는 잿구멍과 재청소구. 개폐 장치가 달린 마개를 만들고 재를 치우기 쉽게 팔이 들어갈 정도로 충분한 크기로 만듭니다.