

原子力 에너지의 利用

原子力 에너지의 破壞力은 무섭다. 단숨에 人類를 滅亡시킬 수도 있다. 그러나 이렇게 무서운 威力을 가진 原子力 에너지일지라도, 우리 人類가 平和的 利用을 目的해서 生活化를 꾀한다면, 人類는 地上樂園을 이룩할 수가 있다. 여기에, 原子力을 利用한 몇가지 事例를 소개하여 우리 日常生活에의 現實化를 그려 보기로 한다.

企劃室

地域暖房에 사용되는 原子力

原子爐에서 발생한 열을 증기로 만들어 이것을 마을로 보내어 지역난방을 하도록 하는 생각은 꽤 오래된 것으로 이것을 본격적으로 사용한 것은 추위가 심한 스웨덴의 수도 스톡홀름의 위성 도시에 있는 오키스타 원자력 발전소다.

이 원자로는 스웨덴이 독자적으로 개발한 重水 減速冷却의 加壓水型 原子爐(PWR)로 스웨덴 최초의 動力爐이다. 열출력은 65MW인데 1만 kW의 발전을 일으키는 외에 열은 두번의 열교환을 하여 증기를 만들어 이것을 발전소에서 약 4km 떨어진 깨끗한 주택도시 파르스타의 8500호에 난방용으로 공급하고 있다.

원자로의 1次系の 重水는 직접 노심(爐心)을 통과하기 때문에 방사능을 띠고 있지만, 열교환기에 의해서 열을 받은 2次系는 방사능을 띠고 있지 않기 때문에 안심하고 열을 사용할 수 있다.

터빈을 거친 증기는 덤프콘덴서로 갑니다만 폐온도가 높아 다시 열을 교환하여 지역난방으로 사용되는 3次系の 증기를 만들어 이것이 地區分

配所로 보내진다.

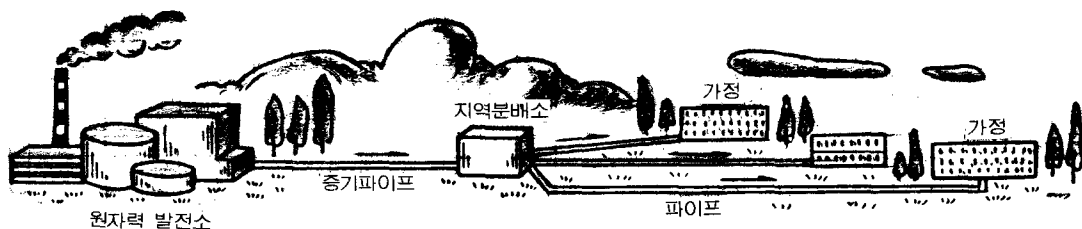
여기에서 각 건물로 증기를 보내면 각 건물에 있는 열교환기를 거쳐서 계절에 의해 다르지만 50~70℃ 정도의 물이 각 가정에 나오도록 되어 있다. 이 물은 원자로에서 보면 4次系가 되는 것으로 방사능은 없다.

원자로가 정지한다던지 출력이 떨어진다던지 할 때의 예비로서 보조 보일러가 준비되어 있다.

스웨덴의 주민들도 처음에는 원자력 난방에 대해 방사능에 의한 공포를 느꼈고 반대하는 사람도 있었지만 이제는 오키스타 원자력 발전소의 운전을 정지하는 문제가 나오면 주민은 모두 정지하지 않도록 청원하는 정도이다.

현재 스웨덴은 원자력 발전과 함께 스톡홀름, 와프사라地區, 마루메地區, 게디홀그地區 등에서 대규모적인 지역난방 계획을 세우고 있으며 強化 플라스틱계 증기배관의 강도시험 등이 원자력 연구소에서 진행되고 있다.

北極圈에 가까운 이 나라는 지역난방을 원자력 평화이용의 큰 목적의 하나로서 힘을 기울이고 있다.



지역난방은 체코에서도 계획되고 있으며 이것이 실현되는 것은 1980년대에나 가능하다고 하나 프라하의 교외에 발전겸 지역 난방용의 원자로를 건설하는 것이 검토되고 있다.

바닷물을 食水로 만든다.

세계의 연간 강우량은 미국, 영국, 프랑스, 서독, 캐나다, 중공 등은 800mm 정도, 소련은 약 400mm이지만 일본은 1600mm, 한국은 1300mm (서울지역) 정도이다.

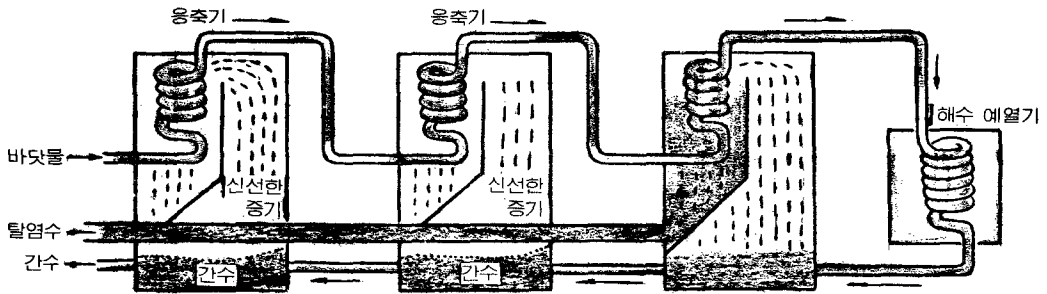
우리나라는 기후 조건이 좋아서 맑은 물을 그대로 식수로 마실수 있지만 대부분의 나라는 그대로 식수로 이용하기가 어렵다. 또 갈수록 물사정도 나빠져가고 있다. 생활 수준의 향상에 따라 1인당 생활용수 소비량의 증가, 공업용수의 증대 등으로 미루어 보면, 수년 후는 물의 부족 사태가 예상된다.

중개 하기 위해서 한번 가열한 해수를 순차적으로 압력을 낮게 하여 증발실에서 증발 담수화 할 수 있도록 여러단으로 단을 만드는 것이 보통이다.

이와 같이 해수 담수화에 원자로를 열원으로 하여 이용할 수 있다. 소련에서는 카스피해 동쪽해안 세프첵코에 BN 350이라는 고속증식로(FBR)를 완성했는데 이 爐는 35萬kW의 원자력 발전을 하는 외에 하루 12萬톤의 담수를 생산하는 二重目的 爐이다.

일본에서도 오오이 원자력 발전소에서 필요한 담수를 만들기 위해서 원자로 또는 보이라에서의 증기로 해수를 가열하여 다단 플래시 증발법에 의한 해수 담수화 장치를 설치하고 있다.

가까운 장래에 해수 담수화의 요구는 증대될 것으로 전망되지만 물은 일반적으로 대단히 다량으로 필요하기 때문에 값으로 공급될 수 있어야 하므로 원자력에 의한 해수 담수화는 이를 충



해수탈염 증발법

쿠웨이트, 사우디아라비아 등의 사막지대에서는 물이 없는 대신 석유 자원이 풍부하다. 이런 나라들에서의 해수의 담수화에는 증발법이 가장 많이 쓰이는데 이것은 바닷물을 끓여서 증발된 물을 모으는 방법인데 그 열원은 낮은 온도의 증기가 사용된다. 그래서 대형의 해수 담수화 장치를 설치하여 1일 몇십萬톤의 물을 생산하고 있다. 소규모로서는 落島와 선박용의 것도 있다.

해수의 담수화에는 여러가지 방법이 있지만 多段 플래시 증발법이 실용적이다. 해수를 증기 등으로 가열하여 그 해수의 온도에 상응하는 증기 압보다 낮은 압력인 증기실에 보내면 소위 플래시 증발이 순식간에 일어 나서 수증기가 된다. 이 수증기를 냉각하면 응축하여 담수가 되지만 이것을 해수와 혼합되지 않도록 모아 둔다. 효율을

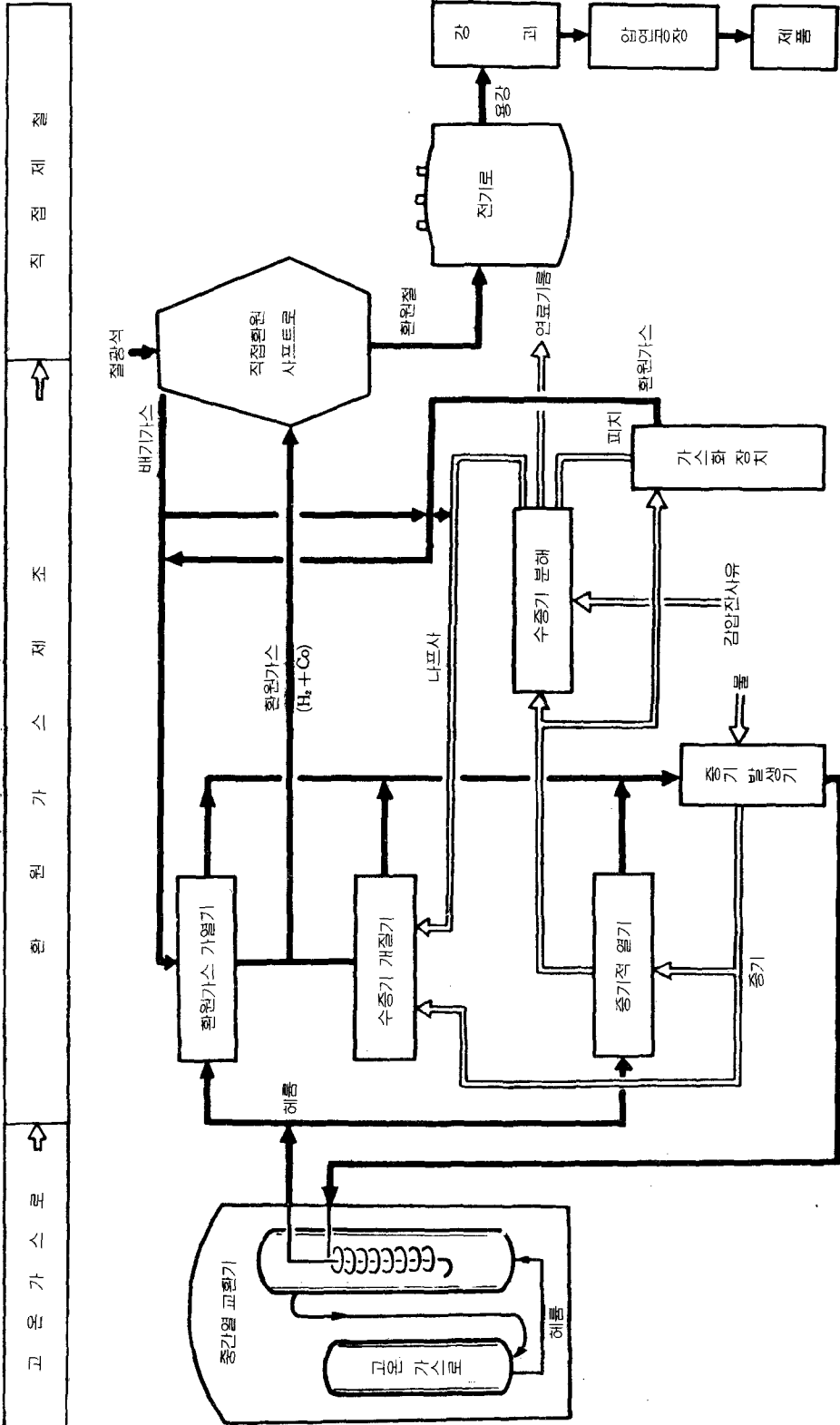
족시킬 수 있다고 기대된다.

原子力を 製鉄에 利用

제철산업은 대량의 에너지를 소비하는 산업의 하나이다. 제철은 高爐에서 만들어지지만 1톤의 쇳물을 얻기 위해서 철광석 등의 연료 1.5톤 에너지원으로서 코크스 약 0.5톤 정도가 든다. 코크스에 중유를 섞어서 석탄을 질약하려고 하지만 연간 소요되는 철을 만들기 위해서는 막대한 석탄과 重油가 필요하다.

현재의 제철방식으로는 장래 자원이 고갈될 것이 예상되며 또한 공해의 관점에서도 문제가 있다. 이 문제 해결을 위해 석탄 대신에 원자력 에너지에 의해서 나오는 熱로서 제철 하는 것이 원자력 제철이다.

원자력 제철 시스템



원자력 제철이란 철광석을 원자로에 넣어 쇠를 녹이는 것이 아니고 원자로의 열과 전력을 철강 제련하는데 이용하는 것이다.

제철·제강은 전력을 많이 소비하는 산업으로 원자로를 이용할 수 있다면 거대한 용강로를 쓰지 않아도 되며 경제적인 이득도 막대하다. 원자력 제철에 알맞는 원자로로는 고온가스 냉각 원자로이다.

원자력 製鐵시스템은 그림에서와 같이 高温가스爐에서의 1,000℃라는 높은 온도의 해륨이라는 가스에 의해서 운반되어 오는 열을 이용해서, 石油精製時에 副生하는 용도가 적은 重質의 石油인 減壓 殘査油를 분해·改質해서 水素나 일산화탄소와 같은 還元性가스를 만들고, 이 환원성 가스를 사프트爐로 보내서 철광석을 환원鐵로 하는 방법이다.

철은 成分에 따라 다소의 차는 있지만 녹는 점(融点)이 1,500℃ 정도이므로 원자력 제철에서는 철이 녹는 상태로 만들어지는 高爐(현재의 포항 제철소의 제철방식)보다는 낮은 온도에서 만들 수가 있는 것이다.

그러나 이와 같은 원자력 제철은 아직은 성공되고 있는 것이 아니고 연구 도중에 있다. 지금 연구중의 과제로서는 숄프로세스의 시스템으로서 어떠한 것이 最適化한 것일까, 高温熱交換器, 超耐熱合金, 高温斷熱材料, 還元가스 제조장치, 환원鐵 제조장치 등의 연구들이 남아 있어서 아직은 개발에 많은 노력이 계속되고 있다. 물론, 이와 같은 문제에서도 원자로에 대한 安全性을 어떻게 하는가도 함께 검토되고 있다.

工業用 蒸氣 生産

화학공업이나 금속제련 공업 등 어느 공업에서나 증기가 필요하다. 이와 같이 공정에 쓰이는 증기를 프로세스 스팀이라고 하며 원자로에서 발생한 증기를 처음으로 製紙공장에 이용한 것은 노르웨이로 산림자원이 풍부한 이 나라는 펄프 제지공업이 발달되어 있다.

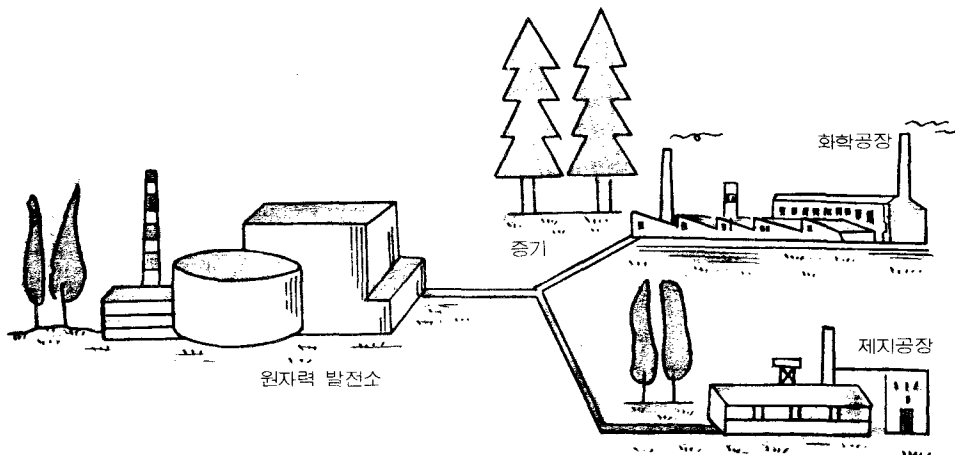
노르웨이는 수력자원이 풍부함에도 일찍 원자력 개발에 착수하여 독자적으로 설계, 개발한 重水型 原子爐로서 하르덴 원자력 발전소를 건설하였다. 이 원자로로는 발전보다는 증기 생산에 목적을 둔 발전소로서 인접한 제지·펄프공장에 증기를 생산·공급해 왔다.

미국의 미드랜드 원자력 발전소는 1980년대 초에 가동 예정이나 발전과 화학공장 증기를 생산하는 2중 목적의 발전소로 다우케미칼社의 미드랜드 공장에 전력과 공업용 증기를 공급키 위해 건설되고 있다.

太陽은 巨大한 原子爐

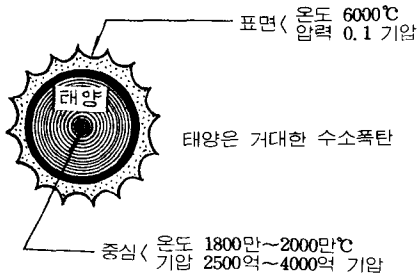
우리들이 살고 있는 지구는 태양으로부터 1억 5,000만km 떨어져 있다. 지구의 대기권 외에서 1cm²당 매분 2cal의 방사에너지를 받고 있다. 이것에 반경 1억 5,000만km의 球面의 면적이 받는 태양의 방사에너지는 1년간 3×10^{33} cal가 된다.

이와 같은 거대한 에너지는 물질의 연소로는 생각될 수 없지만 40여년 전에 그 정체는 핵융합



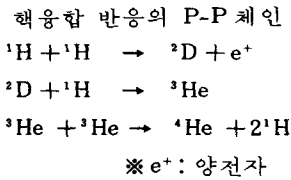
반응이라 알려졌으며 태양은 그 자체가 거대한 원자로인 것으로 알려졌다.

태양을 구성하는 물질의 대부분은 수소로 헬륨과 같은 비교적 가벼운 원소도 공존하고 있는 것으로 생각되고 있다. 태양의 표면에서의 온도는 6,000℃, 압력은 0.1기압 정도이지만 중심에서는 1,600만~2,000만℃, 2,500억~4,000억 기압으로 추정되어 이와 같은 조건에서는 아래 表와 같은 보통의 수소에 의한 핵융합 반응이 가능하다고 생각된다.



수소의 원자핵중 양자에 의한 핵융합을 위시하여 중수소, 3중수소, 헬륨의 생성과 함께 양자가 생긴다. 이와 같은 연속반응을 P-P 체인이라고 부른다.

비교적 생성되지 오래되지 않은 항성에서 보여지는 반응이다. 항성의 수소가 줄면 비교적 무거운 원소가 타면서 중력에 의한 수축 때문에 내부의 온도가 상승하여 무거운 원소에서도 핵융합이 가능한 조건이 된다.



시리우스에서는 탄소, 질소, 산소(질량수 12~15)에 의한 핵융합이 에너지의 주력으로 추정되듯이 무거운 원소의 핵융합이 일어나 철과 같이 중량수가 60 가까운 원소의 핵반응까지 진행하면 항성은 에너지원을 잃게 된다.

다행하게도 태양은 별로서도 생성되지 얼마 안되었고 에너지는 핵융합 반응이기 때문에 물질의 소멸이 에너지로 바뀌는 것으로 물질소비량은 1초간에 약 500만톤이 된다. 그 때문에 50억년간 지구 130개분, 태양의 질량이 $\frac{1}{2500}$ 의 질량이 소멸하여 에너지로 된다.

옛날 사람들은 알지 못하였던 일이지만 수력, 석유, 석탄 등의 태양에 의해서 생긴 에너지, 생물의 수명을 유지하는 태양의 빛과 열도 그 정체는 원자력이라는 것을 알 수 있다. 이와 같은 관점에서 본다면 사람도 예외없이 원자력의 혜택을 받고 있어 원자력은 인간 생활에 밀접한 관계가 있다.

原子力의 多目的 利用

현재 세계적으로 가장 많이 건설되고 있는 輕水型爐의 단점은 증기온도가 낮기(300℃ 정도)때문에 발전소의 효율이 30%정도 밖에 안된다는 점이다. 그러나 고온가스 냉각로는 현재 실용화된 것만도 가스의 온도가 750℃ 정도이며 증기온도가 600℃ 이상이므로 성능이 좋은 화력 발전소와 같이 40%이상의 효율을 가지고 있으며 이것이 더욱 개발되어 가스 온도를 1000℃ 이상으로 올리게 된다면 맨 처음에 이 고온을 제철에 이용하게 된다.

그 다음 發電을 하고 발전을 하고 난 증기를 화학공업용 증기와 海水脫鹽 그리고 지역난방, 농업용수, 온수養魚에 이용한다면 열에너지를 철저히 이용할 수 있을 것이다. 이렇게 하면 열에너지의 단계적 이용율은 70% 이상이 될 것이다. 이와 같은 원자력의 다목적 이용계획은 실제로 여러나라에서 구상되고 있다.

그 하나는 고온가스 냉각로를 중심으로 한 원자력 복합체이며, 여기에는 고온가스爐에서의 고온가스를 열원으로 첫째, 제철용 환원가스와 석유 화학용 오래핀을 만들어 각각 제철과 석유 화학으로 공급한 다음 가스터빈 발전소를 돌려 그 전력을 제철, 석유 공업뿐만 아니라 화학공업, 알루미늄 공업 및 해수탈염에 공급하고 다시 증기 발생기에서의 증기를 앞에서 열거한 각 분야외에 지역 냉난방용으로까지 공급한다는 것이다.

그리고 이 복합체에서 소요되는 用水는 해수탈염으로 생산한 물로 충당되며 각 원로나 중간제품의 유통도 가장 효율적으로 운영한다는 것이다. 그 다음에는 원자력, 석유화학, 비철제련 복합체도 구상되고 있다.