

# 온배수를 열원으로 활용하는 생태산업단지 조성에 관한 기초 연구

김동규 · 강대석 · 정용현<sup>†</sup>  
(부경대학교)

## Basic study on Eco-industrial Park utilizing thermal effluents as heat source

Dong-Kyu KIM · Dae-Seok KANG · Yong-Hyun CHUNG<sup>†</sup>  
(Pukyung National University)

### Abstract

The purpose of this study is to know the concept of Eco-industrial Park and How to use the thermal effluents from power plants. Thermal effluents, which use sea water for cooling, from power plants have been discharged with about 6 ~ 7 °C higher temperature than near sea area. Therefore, it could effect on the marine ecosystem as a external pressure factor that increase the artificial thermal load in near sea area.

The applications of thermal effluents had been surveyed through the several internal and external cases for utilizing heat sources and reducing the thermal load.

As the precedence research for applying, the amount of heat sources of thermal effluents was evaluated . When the thermal effluents was fully applied in heat sources and available heat, assume that use heating season by 12 hours a day of demanded available heat, it was possible to calculate total 198 Tcal of energy saving.

*Key Words : EIP, Thermal effluents, Heat source, Unused energy*

### I. 서론

지금 세계는 산업과 환경의 조화를 목표로 지속가능한 발전을 위한 새로운 패러다임에 직면하고 있다. 이는 일방적인 자원이용을 지양하고 환경 친화적이고 지속가능한 산업개발을 요구하는 것이다. 이러한 요구에는 청정생산, 환경경영, 재제조, 환경설계 등의 환경패러다임의 변화와 더불어 개별 기업이나 산업단지, 국가의 네트워크

화 등이 있으며, 이 가운데 생태산업단지 조성에 관한 기술은 환경개선 목표가 뚜렷하고 부가적으로 경제적인 개선 효과를 얻을 수 있어 국가에서는 울산, 여수, 포항, 청주, 시화반월, 부산 등의 기획 사업을 통하여 가능성이 있는 기존 산업단지의 일부를 시범적으로 생태산업단지로 적용하고 있다.

그 결과 기존 산업단지를 생태산업단지의 초기 단계의 형태로 묶어내고 있어 가시적인 효과를

<sup>†</sup> Corresponding author : 051-629-6543, chungyh@pknu.ac.kr

\* 이 논문은 2008년도 부산지역환경기술개발센터의 연구사업비 지원(08-1-50-54-2)을 받아 연구되었음.

보이고 있으며, 앞으로 15년간 27개의 산업단지에 대해 생태화를 추진하는 것으로 예정되어 있다. 이는 전체 산업단지에 비교하면 매우 미약한 수준이고 주로 기존의 산업단지에 산업생태학의 개념을 도입한 수준으로 생태산업단지에 대하여 국가적으로 성공하기 위해서는 여러 가지 형태의 생태산업단지조성에 관한 연구가 필요한 실정이다. 따라서 다양한 형태의 생태산업단지 조성에는 지역의 특성을 고려할 필요가 있으며 막대한 양의 온배수가 발생되고 있는 부산지역의 경우, 그 지역특성에 따른 온배수 활용이 기대된다.

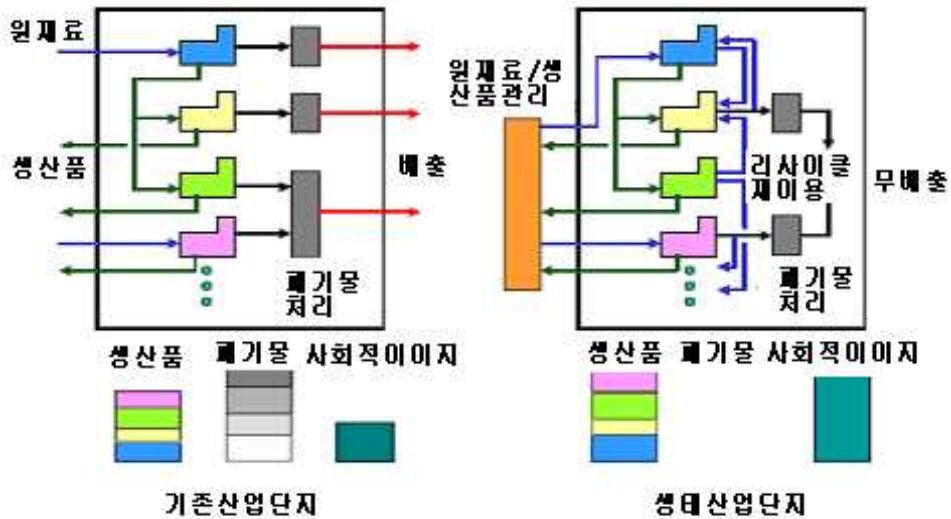
온배수는 발전시설에서 발생하는 폐열로 방출시 수산피해, 환경피해를 일으켜 지역적으로 조정이 필요하고, 온배수는 비교적 저온으로 배출되며 특히 해수를 냉각수로 이용하는 경우 주변해역의 온도와 비교하여 6~7℃ 높게 배출되고 양적으로 막대함으로 인하여 인근해역에 인위적인 열량 부하를 증가시켜 해양생태계의 변화라고 하는 외부압박 요인으로 작용할 수도 있다. 따라서 해양 생태계에 부정적인 측면에서의 열오염에 대한 저감 방법과 이를 활용할 수 있는 방법이 필요하다. 본 연구에서는 온배수를 열원으로 활용할 수 있는 산업에 적용하고, 네트워크 구성에 관한 기초적인 연구를 실시하기 위하여 생태산업단지의 의미와 온배수를 열원으로 활용하는 원자력 발전소 사례를 통하여 온배수가 가지고 있는 열적인 포텐셜을 추정하였다.

## II. 이론적 배경 및 활용 방안

### 1. 생태산업단지 개념

우리나라 청정지원센터(2004), 청정지원센터(2005)에 의한 생태산업단지의 개념은 Ayers(1989), Tibbs(1994), Frosch(1995) 등이 체계적으로 제시하고 있는 산업생태학(Industrial ecology)의 접근 분야를 구체적으로 표현한 것으로, 이는 원료를 소비하여 제품을 생산하는 기업 활동이 마치 살아있

는 유기체와 같다는 개념을 가지고 있다. 다시 말하면 자연생태계를 모방하여 산업시스템을 구축하면 순환경제가 될 수 있는 것이 핵심요지이다. 예를 들어 기업끼리 협력하여 경제적 이익을 거두는 동시에 환경개선 효과를 달성하는 관계를 산업공생이라고 하는데 이는 자연생태계에서 볼 수 있는 것처럼 서로 간에 폐기물을 이용하여 상호이익을 취한 공생관계에서 유추한 개념이고 이것이 지속적이고 체계적으로 이루어지는 생산시스템을 산업생태시스템이라고 하고 있으며, 이러한 산업생태시스템으로 자연 생태계처럼 작동하는 유기적인 물질연계를 통해 한 기업의 폐기물이 다른 기업의 원료로 이용되는 순환적 물질 이용이 가능해지고 이런 식의 산업생태학적 이해를 실제로 산업단지에 적용하려는 것을 생태산업단지라 하였다. 이는 산업공생이 쉽게 일어날 수 있는 장소적인 측면에서 <그림 1>과 같으며 기존산업단지와 생태산업단지의 차이를 나타내고 있다. 우리나라의 경우에는 2002년 청정생산 기반조성을 위한 생태산업단지 구축 종합계획에 따라 2004년 이후 시범 사업을 위한 사전기획연구를 반월·시화국가산업단지, 청주산업단지, 포항공단, 진해·함안·칠서·진주·상평지방산업단지, 여수국가산업단지, 울산·미포·온산국가 산업단지, 녹산·신호·신평·장림 산업단지에 실시하여 2005년 울산·미포산업단지, 포항공단, 여수산업단지 3곳의 산업단지와 2006년 반월·시화국가산업단지, 청주산업단지 2곳에 대한 시범 생태산업단지를 <표 1>과 같이 선정하여 사업을 추진 중에 있다. 생태산업단지의 경우에는 국가 발전의 중추기지인 산업단지의 혁신 클러스터화 추진과 산업입지 등의 지역개발 사업이 환경 및 지역사회와 조화될 수 있는 자연생태학적 네트워크 구축과 동시에 생태계 보전과 개발을 통합하고 국토환경관리 체계를 구축하는 전략과 직결된 생태산업단지 조성이 필요하다. 생태산업단지 도입 필요성은 지속가능한 산업시스템의 구축을 위한 환경친화적인 기초연구, 전통적 제조업중심의 산업단지에 대한 정책



[그림 1] 생태산업단지(국가청정지원센터, 2004)

<표 1> 국내시범생태산업단지

지역	시범단지	주요산업	추진방안
울산	미포·온산 국가산업단지	<비철금속, 석유화학> 비철금속제련, 석유화학, 자동차, 펄프 등	- 지역경제 활성화 - 물질 및 에너지 교환 - 폐기물의 무배출(Zero Emission) - 지속가능한 발전 - 녹색경영 - 생태관광
경북	포항 국가산업단지	<철강, 산세처리> 철강원자재, 합금철, 산세처리(폐염산), 시멘트, 슬러지 등 (포스코, 포항시)	- 물질 및 에너지 교환 - 오염물질 저감 - 산업생태학적 네트워크 구축
전남	여수 국가산업단지	<석유화학> 석유화학, 발전소	- 물질 및 에너지 교환 - 오염물질 저감 - 산업생태학적 네트워크 구축 - 전문가 양성
경기	반월·시화 국가산업단지	<섬유·염색, 제지> 섬유·염색, 제지·펄프, 전통 제조업 등	- 물질 및 에너지 교환 - 오염물질 저감
충북	청주 산업단지	<전자, 반도체>	- 물질 및 에너지 교환 - 오염물질 저감

적인 배려, 산업입지정책에 대한 보완책을 들 수 있다. 생태산업단지 구축효과는 기업측면에서 물질 및 에너지 효율증대, 폐기물 재활용 등으로 인한 생산비용 저감, 경제적인 효율, 대기업이미지 개선과 더불어 환경측면에서 오염물질의 원천감소 및 배출최소화로 환경부하 억제, 단위기업 위주의 청정생산체제 도입과 생태산업 Network 구축에 따른 배출물의 극소화, Zero Emission 실현을 들 수 있다. 또한, 사회, 국가적 측면에서는 관광지로 개발되어 지역사회에 이바지할 수 있으며, 지역 및 국가 이미지 개선이라는 큰 장점을 가지고 있다.

## 2. 온배수 배출 발전소 시스템

증기동력발전소와 같은 에너지 생산시설에서 발생하는 배열로 인하여 주변 환경에 영향을 미치는 열오염이 세계각지에서 문제시 되고 있다. 냉각수는 복수기를 통하여 하천, 호소, 해양 등의 수권을 매개로 하여 열을 제거하고 열 교환에 의하여 온도가 올라간 냉각수를 다시 수권으로 방출한다. 소위 일방 통행적인 냉각방식으로 인하여 수권에 미치는 변화가 좋은 영향이든 아니든 생물학적으로나 생태학적으로 영향을 줄 것으로 예상되고 이는 환경보전의 입장에서 발전소 입지 선정에 중대한 하나의 요인이 되고 있다. 그러나 태양에서 지구에 미치는 열에너지가 약 1800조 kW로 계산한다면 전 세계의 발전소에서 배출되는 열량은 지구적 규모에서 보면 무시할 정도의 양이라 할 수 있으나 만약 높은 온도로 배출되어 확산이 한정된 영역 내에서는 국지적인 환경변화가 생태계에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

특히, 원자력 발전시스템은 원자로에서 발생하고 온의 증기를 냉각하기 위해 원자로 폐쇄 시스템에서 순환되는 중수나 경수를 냉각제로 이용하고 있으며, 원자력발전 시스템에서 취수구를 통해 들어온 해수는 터빈을 돌리고 힘을 잃은 증기를 냉각시켜주는 역할을 하고 배수구를 통해 빠

져나간다. 해수는 100만kW급 원전1기를 기준으로 하였을 때 50 ~ 60톤/초가 요구된다(원자력발전백서, 2005).

## 3. 온배수 배출실태

원자력발전소의 냉각수로 사용되는 해수는 복수기 전열 관을 통과하면서 수증기를 냉각, 응축시켜 다시 물로 바꾸어 주는데 이 해수는 주변 해역 해수의 온도와 비교하여 6 ~ 7 °C 정도 상승하여 바다에 배출되며 이를 온배수라고 한다(원자력백서, 2005). 100만 kW급의 발전소 1기에서 사용하는 해수의 양은 초당 약 50 ~ 60톤 정도로 양적으로도 막대하여 인근해역에 인위적인 열량 부하로 인하여 해양생태계를 변화시킬 수 있는 외부압박 요인으로 작용할 수 있다. 특히 물리적인 변화의 경우 우리나라 각 발전소의 온배수 방류시의 계절별 확산거리, 확산면적 및 확산범위가 제시되어 있다(한국 수력원자력 주식회사, 2002). 이에 따르면 온배수 확산 시뮬레이션결과 고리 원자력 발전소의 경우 1-4호기 가동 시 상층에서 수온 1°C 이상의 상승범위가 발전소 배출구를 기준으로 연간 북동과 남서로 수 km 정도로 추정되었고, 5~6호기 추가 가동 시 수온 1°C 이상의 상승범위가 발전소 배출구를 기준으로 했을 때 훨씬 더 확장되는 것으로 보고되고 있다(기장군, 2006). 따라서 온배수는 발전 시설에서 발생하는 폐열로 방출시 온도차가 6~7°C의 높은 온도로 배출되어 주변 해역의 환경 변화를 초래할 수 있으며 저온성 해조류와 같은 수산물에 피해 등을 일으킬 수 있다(김영환, 2000). 이러한 특성을 고려해 볼 때 원자력 발전소의 온배수가 막대한 양으로 발생되고 있는 지역의 경우 열적인 활용 면에서 가치가 있을 것으로 판단된다.

## 4. 온배수의 활용 방법

생태산업단지의 개발 유형에는 미 개발지역에 대한 신규개발, 기존 산업단지의 재정비, 노후화

되고 낙후된 단지의 재개발로 나눌 수 있으나 (이재준, 2003), 이는 개발 중심적인 분류 방식이다. 원자력 발전소와 같이 온배수를 대규모로 배출하는 지역의 경우, 기존의 개발유형과 달리 충분한 저온의 열원이 존재함에도 불구하고 산업단지와는 거리적 불일치에 의하여 폐기물의 공생이 이루어지지 않는 유형으로 분류될 수 있을 것이다. 다시 말하면 원자력 발전소는 온배수를 발생하는 열 폐기물의 공급측이 되나, 지금까지는 온배수와 같이 저온 열을 활용 가능한 수요측이 부족한 경우로 기술적인 측면, 환경적인 측면, 경제적인 측면을 고려하여 온배수 활용가능 산업의 개발이 필요하다.

온배수를 활용하기 위한 산업으로, 1차 산업의 수산·농업자원으로 활용 가능한 것으로 판단된다. 이는 원자력 발전소가 위치한 지역의 중장기 발전계획에 적합하고, 관광 및 시설농업의 도입이 가능한 시설을 중심으로 지역의 발전을 위한 여러 가지 형태의 활용방안으로 매우 유용하게 사용할 수 있도록 할 필요가 있다. 이러한 점들을 고려한 국내·외 사례를 통하여 온배수를 활용하는 생태산업단지 조성에 대한 활용 방법을 <표 2>에 나타냈다(지합청,2000; 일본원자력산업회의,2004; 자원에너지청,2004).

<표 2> 생태산업단지 조성을 위한 온배수 활용 방법

산업종	관련업종
수산업	해조 양식, 어류 양식, 종묘 배양장
농업	화훼단지, 과수 재배
에너지 활용	지역난방 공급, 수영장 활용, 에너지 산업 유치
생태관광	꽃박물관, 열대식물원, 생태공원

원자력발전이나 화력발전소에서 발생하는 온배수를 활용하는 국내·외 사례의 경우, 농업, 수산업에서 방사능 조사를 겸한 수산물생산이나 지역홍

보차원에서 수산물 육성센터를 운영하고 있었다. 여기에서는 주로 수산물과 관련된 종묘생산이나 전복양식 등의 부가가치가 높은 수산물 생산에 주로 이용되고 있다. 그 외에도 부가가치가 높은 식물을 중심으로 하는 화훼 단지, 미활용에너지의 활용 측면에서 지역난방이나 수영장 등에 활용가능 하다.

그 외에도 구미지역에서 이용되는 사례를 통한 활용방법을 보면 대부분이 양식장, 온실, 난방, 도로 용설, 악어 사육 등에 활용되어 지고 있다.

## 5. 원자력 온배수의 다목적 활용 검토

원자력 발전소에서 발생하는 온배수를 적극적으로 도입하는 것은 수산업, 농업 등에서의 생산 향상과 더불어 환경개선이라는 의미를 가지고 있다.

온배수이용이라는 것은 생활환경이나 생산과정에서 필요한 열량을 발전소에서 배출되는 무한한 열량을 유효하게 이용하는 것으로 온배수에 따른 피해에 대한 보상적 차원에서 접근이 필요하다. 왜냐하면 온배수를 이용하는 경우, 대규모 시설이나 시스템이 필요한 경우가 많으므로 본격적으로 온배수를 활용하기 위해서는 시설 측, 수요측의 경제적 관점에서 의지가 필요하기 때문이다. 또한 막대한 에너지가 미 이용 상태로 방출되고 있고, 이러한 미이용 에너지를 유효하고 효과적으로 활용되기 위해서는 이용하고자 하는 분야에 대응하는 연구나 기술개발이 필요하다.

온배수의 유효이용 방법적 측면에서는 배출 프로세스의 일부를 활용하는 것이 가장 쉬운 방법일 것이다. 이런 측면에서 양식이나 온실에서의 배열이용은 현실적으로 실행가능하나 이용분야의 열수요가 많지 않으면 공급계의 경제적, 기술적 부담이 있어 생산수단에서의 효과만으로는 배열이용의 지역적인 파급 효과를 기대할 수 없을 것으로 사려 된다. 따라서 배열을 중심으로 한 비교적 낮은 온도를 효과적이면서 경제적으로 지역

산업의 개발에 대한 영향을 가지기 위해서는 다목적이용형태를 갖추어야 할 것으로 생각된다. 이러한 이용형태를 위하여 온수를 비롯하여 열수, 증기 등의 가스케이트 체계 및 열의 배합 기술을 도입할 필요가 있으며 이러한 열 이용 체계의 대상으로 축산, 나지재배, 과수원과 같은 농업 부문, 양어장, 종묘생산과 같은 수산업 부문, 온수 풀, 식물원과 같은 레크레이션 부문, 지역난방이나 온수 공급 등 생활부문, 생산 공장, 담수화 등과 같은 공업부문과 같이 대상지역에 맞는 조합이나 규모를 선택하는 것이 바람직할 것으로 생각된다. 이러한 열 이용 시스템에 대한 성공여부는 열의 추출방식, 열교환 장치, 공급시설, 관리제어 수법 등의 기술개발과 시스템에 대한 경제성으로, 원자력 시설의 계획의 최초단계부터 열 이용에 대한 종합적 고려를 포함하여야 가능할 것으로 판단된다.

### Ⅲ. 온배수의 부존량 평가

#### 1 온배수의 특성

온배수는 단순히 버리는 열이 아니고 자연에너지와 도시 대사 계에서 얻을 수 있는 미활용에너지로, 온도특성에 따른 분류에서는 온도차에너지로 분류되고 있다. 이들 미활용에너지로 분류된 열원은 활용에 따른 제한적인 요소가 발생함으로 인하여 활용 가능성 및 특성에 대한 평가가 필요하다. 예를 들면 해수의 활용 면에 있어서 특성평가는 환경에 미치는 영향을 고려하여야 한다. 따라서 이용가능수량을 해안선 1m당 1개월에 10000ton (박병식, 1992)으로 제한하고, 이는 단위 해안선 길이 당 깊이 10m, 1km의 해수를 월에 1회이용하는 것에 상당한다. 이와 같이 이용온도차를 1℃로 하여 활용 가능한 해수 량을 이용자가 선정하고 있으나 온배수의 경우에는 승온된 해수의 열을 활용하는 것으로 양적인 면에서 활용에 제한이 없는 특징이 있으며, 환경적인 측면

을 고려할 때 비교적 일정한 배출량과 온도차를 가지고 있는 특징이 있다.

#### 2 온배수 부존량 평가 방법

대상 열원은 고리원자력 발전소 온배수로 이는 미활용에너지로 활용 가능한 열원이다. 따라서 이를 평가하는 중요한 평가 지표로 부존량, 이용가능열량 및 에너지 절약량 등의 방법으로 평가할 수 있다. 이를 다음과 같이 정의하였다(정용현, 2006).

1) 부존량 평가 : 미활용 열원으로 존재 열량 온배수에너지 :

$$Q_u = C \times W \times \gamma \times \sum (t_0 - t_u)$$

$Q_u$  : 부존열량,  $W$ : 이용매체 총 유량,  $C$ : 정압비열  $\gamma$ : 비중량,  $t_0$ : 온배수온도,  $t_u$ : 해수온도.

2) 이용가능열량 평가

열원에 따라 사용량과 환경에 미치는 온도 범위의 차이가 있으므로 열원별 이에 대한 고려가 필요하다. 온배수의 경우에도 미활용에너지의 형태로 활용하는 경우 환경에 미치는 온도 범위에 대한 고려가 필요하나 직접 승온되어 있는 상태의 해수를 활용하는 경우이므로 이에 대한 고려는 필요 없는 특징이 있다. 이용가능열량에는 아래의 두 가지로 나눌 수 있다.

공급측 이용가능열량은 하천이나 해수의 환경영향을 고려한 이용가능유량, 소각장등의 경우 폐열이용 현황 등을 고려한 이용 가능한 열량을 말하며, 수요측에서 이용 가능한 열량은 공급측 이용가능열량에 대하여 열원기기의 특성을 고려하여 수요측에서 이용 가능한 열량을 계산한다.

가. 공급측 이용가능열량 : 이용가능유량 및 이용가능온도 고려

$$\text{온도차에너지: } Q_a = C \times W_a \times \Delta T$$

$Q_a$  : 이용가능열량,  $W_a$  : 이용가능유량,  $\Delta T$ : 이용가능온도차

나. 수요측 이용가능열량 : 열원기기의 고려

온도차 에너지:

$$Q_a = \left( \frac{COP}{COP+1} \right) \times Q_u \quad (\text{냉방-용})$$

$$Q_a = \left( \frac{COP}{COP-1} \right) \times Q_u \quad (\text{난방-용})$$

COP : 냉동기 혹은 Heat Pump의 성적계수

3) 에너지 절약량

온배수 활용에 따른 에너지 소비량과 기존 시스템 활용에 의한 에너지 소비량의 차로 계산

$$E_s = \left( \frac{Q_a}{0.351} \right) \times \left[ \frac{(COP - COP_c)}{COP_c \times (COP - 1)} \right]$$

COPc: 종래시스템의 성적계수

Es : 에너지 절약량

### 3 온배수 부존량 평가 결과

1) 조사대상과 범위

조사 대상은 고리지역의 원자력 발전소에 발생하는 온배수를 대상으로 하였으며, 2007년 고리 원전의 온배수 배출량과 3,4호기의 취수, 배수구에서의 온도를 활용하여 열원에 대한 평가를 실시하였다.

2) 부존량 평가 방법 및 결과

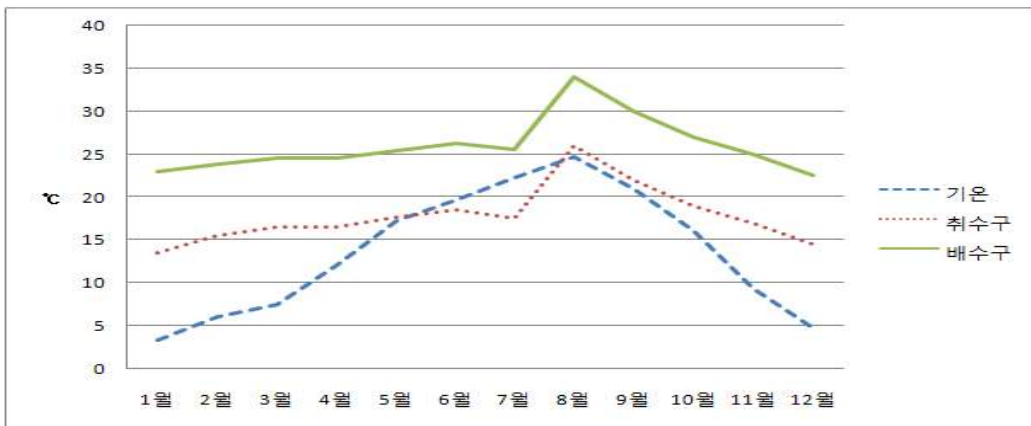
가) 계산조건

(1) 유량 : 온배수 유량의 경우, 95만 kW급의 발전소 4기에서 사용하는 양은 최대 150 ton/sec로 약 388×106 m3에 해당된다. 운전상황을 가정하여 월별 1월 388×106 m3, 2월 350×106 m3, 3월 388×106 m3, 12월 328×106 m3 값을 활용하였다.

(2) 수온 : 월별 온도차 자료는 고리원자력발전소의 자료를 활용하였으며, <그림 2>에 온배수의 온도와 기온과의 관계를 나타냈다. 온배수의 온도는 해수온도인 취수구 온도에서 평균 8.1℃ 차이를 보이고 있다. 이 온도차는 대개 6-7℃ 정도 차이로 배출되는 것에 비하면 원자력발전소의 운전상황에 따라 다소 온배수 온도가 높게 나타났다고 판단된다.

나) 계산 결과

온배수의 미활용에너지로의 부존량에 대한 계산결과를 <표 3>에 나타내었다. 온배수를 전부 활용하였을 때, 부존열량 및 이용가능열량은 약 1234 Tcal를 나타냈으며, 수요측 이용가능열량은 12시간/일 활용했을 때 난방기의 COP를 고려하여 854 Tcal로 나타났다. 따라서 온배수 활용에 따른 에너지 소비량과 기존 시스템 활용을 고려한 계산에서 총 198 Tcal의 에너지 절약량을 보였다.



[그림 2] 온배수 온도 및 기온

<표 3> 온배수의 부존열량, 일차환산에너지절약량

월		1월	2월	3월	12월	합계
부존열량	Tcal	369.1	291.3	310.8	262.7	1233.8
이용가능열량	Tcal	369.1	291.3	310.8	262.7	1233.8
열회수COP		3.6	3.6	3.6	3.6	
수요측이용가능열량	Tcal	256	202	215.1	181.8	854.1
종래시스템COP		2.9	2.9	3.1	3.0	
에너지 절약량	Tcal	67.6	53.3	38.0	39.9	198.8

#### IV. 결론 및 검토

온배수는 발전 시설에서 발생하는 폐열로 비교적 저온으로 배출되고 있다. 특히 해수를 냉각수로 이용하는 경우에는 주변 해역의 온도와 비교하여 6 - 7 °C 높게 배출되나 이번 조사 결과 8.1 °C로 나타났다. 이는 양적으로 막대하여 비록 저온이지만 인근해역에 인위적인 열량 부하를 증가 시킴으로 해양생태계를 변화시킬 수 있는 외부압박 요인으로 작용할 수 있다. 따라서 해양의 물리적, 생물학적, 수산업에 영향을 미칠 것으로 예상되고, 온배수가 막대한 양으로 발생하고 있는 지역의 경우에는 온배수를 열원으로 활용하는 면에서 가치가 있을 것으로 판단되었다. 국내와 국외의 사례를 통하여 이를 활용하는 방법을 파악한 결과, 일본과 유럽의 원자력 또는 화력발전소 온배수 활용방안은 대부분이 농업, 수산업에서 활용하고 있었다. 특히, 수산업의 경우 종묘생산이나 전복 양식과 같이 부가가치가 높은 수산물 생산에 주로 이용되고 있었으며, 농업을 중심으로 화훼단지, 온실의 온도조절에 활용되었으며 지역난방이나 도로 용설, 악어 사육 등의 다양한 방법으로 활용되고 있었다. 또한 온배수를 발생하는 주변의 지역에 이를 열적으로 활용하기 위한 방법으로 생태산업단지를 조성하는 경우의 활용가능성을 알아보기 위하여, 온배수의 부존량을

평가하였다. 그 결과 부존열량, 이용가능열량은 온배수를 전부활용하고, 수요 측 이용가능열량으로 12시간/일 활용했을 때 난방시기로 가정하여 계산한 결과, 총 198 Tcal의 에너지 절약 가능한 것으로 계산되었다.

온배수를 활용하는 접근방식으로 생활환경이나 생산과정에서 필요한 열량을 발전소에서 배출되는 무한한 열량을 유효하게 이용하는 것으로 온배수에 따른 피해에 대한 보상적 차원에서 접근이 필요하다. 왜냐하면 온배수를 이용하는 경우, 대규모 시설이나 시스템이 필요한 경우가 많으므로 본격적으로 온배수를 활용하기 위해서는 시설측, 수요 측의 경제적 관점에서 의지가 필요하기 때문이다. 또한 막대한 에너지가 미 이용 상태로 방출되고 있고, 이러한 미 이용 에너지를 유효하고 효과적으로 활용되기 위해서는 이용하고자 하는 분야에 대응하는 연구나 기술개발이 선행되어야 할 것으로 판단된다.

#### 참고 문헌

- 국가청정생산지원센터(2004). 청정생산 기반조성을 위한 생태산업단지 구축, 13.
- 국가청정생산지원센터(2004). 청정생산 기반조성을 위한 생태산업단지 구축, 5~6.
- 국가청정지원센터(2005). 생태산업단지 구축을 위한 정책토론회.
- 기장군(2006). 원전건설에 따른 수산피해조사 및



- 원전온배수 활용방안 , 16.
- 김영환(2000). 발전소 온배수와 해양생태계, 전파 과학사, 145.
- 김종화 · 김민석 · 김용복(2005). 하계 동해의 해양 폐기물 분포와 조성에 관한 연구, 수산해양교육연구, 17(1), 58~66.
- 박병식(1992). 미이용에너지의 종류와 성질, 에너지자원, 13(2), 149~156.
- 원자력발전백서 (2005), 300.
- 이상고 · 박정석(2003). 해양남시의 자원 및 생태 환경적 문제와 제도적 관리의 필요성, 수산해양교육연구, 15(1), 25~46.
- 이재준외 (2003).생태산업단지 개발전략 및 정책 방향에 관한 연구, 대한 국토 도시계획학회지 38(3), 208.
- 일본원자력산업회의(2004). 원자력포켓북, 74~7
- 자원에너지청편(1999). 원자력 발전 편람, 전력 신보사, 471.
- 정용현(2006). 미활용에너지의 열 포텐셜 평가 수 법에 관한 연구, 한국환경과학회, 15(5), 493~501.
- 지함청(2000). 20여개국에서 산업적 이용 - 온 배수 영향과 양식기술 개발병행, 수산양식, 113
- 한국수력원자력주식회사(2002). 원전 온배수 문제 조합대응방안 수립을 위한 연구, 73~84.
- Ayres, Robert U.(1989). Industrial Metabolism, Technology and Environmental, National Academy Press , 36~37.
- Frosch Reober(1995). Industrial Ecology :Adapting Technology for a Sustainable World, Environment Vol. 37, 16~18.
- Tibbs, H.B.C(1992). Industrial Ecology : An environmental agenda for industry, Center of excellence for sustainable development, Sustainable business.
- 
- 논문접수일 : 2009년 08월 25일
  - 논문심사일 : 1차 - 2009년 09월 08일
  - 게재확정일 : 2009년 09월 11일