

原子力發電所의

溫排水의 影響

The Environmental Effects of Hot Waste Water from
Nuclear Power Plant

金 積 玉

韓國原子力産業會議 弘報委員

(下)

6. 물고기는 溫水를 싫어하지 않는가

사람도 취향에 따라 봄을 좋아하는 사람이 있는가하면 여름을 좋아하는 사람도 있으며 가을이나 겨울을 반기는 이도 있다. 그러나 그 절기의 기온에 적응하면서 생활해 나간다.

물고기도 마찬가지로 따뜻한 것을 좋아하는 것도 있으나 거의가 變溫動物이기 때문에 우리 인간처럼 體溫이 일정하지 않으며 그가 서식하는 바다의 온도에 따라 體溫도 변한다.

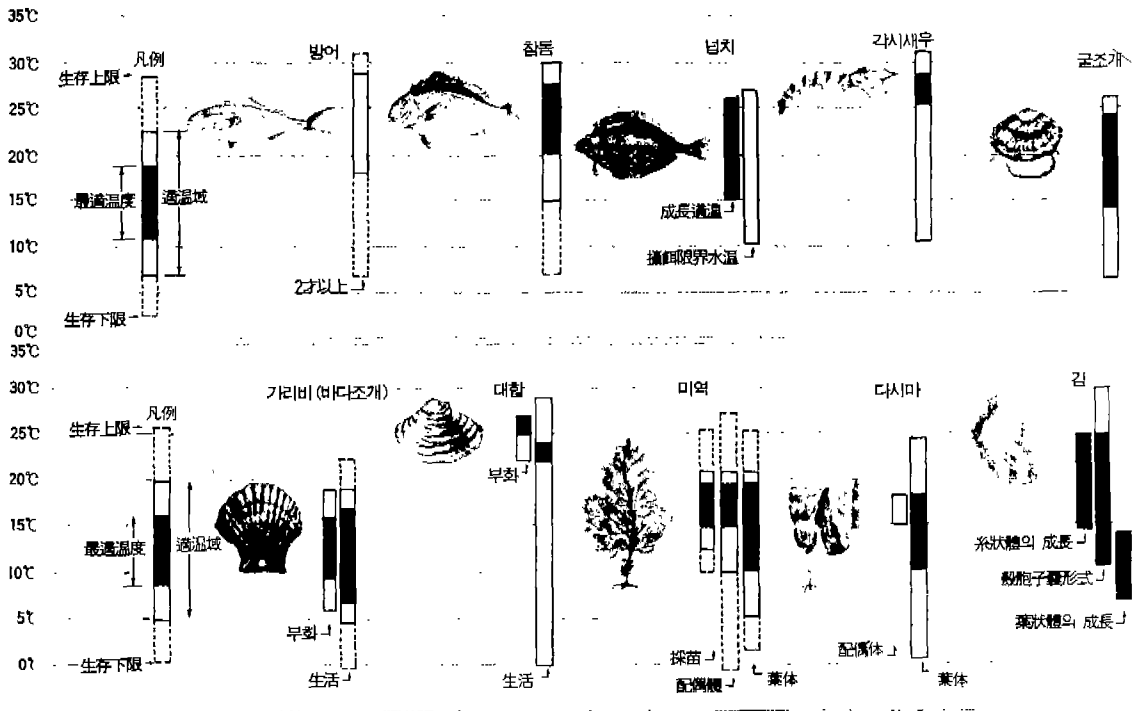
우리나라 近海에 서식하는 물고기는 명태등 일부를 제외하면 거의가 暖流性 魚種으로 暖流를 좋아한다. 이들 물고기는 겨울에는 체온이 떨어지고 여름에는 조금 높아지나 서식이 가능한 水溫의 변화폭은 魚種에 따라 각각 다르다. 물고기의 呼吸이나 食慾, 운동능력 등은 해수의 온도에 따라 그 리듬이 달라지며 어느 범위를 초

과한 低溫이나 高溫은 모두 물고기의 서식에 지장을 가져온다.

물고기의 서식에 가장 알맞는 溫度範圍를 「適水溫」이라 부른다. 이 適水溫은 魚種에 따라 달라지며 같은 종류의 물고기도 成長의 단계에 따라 다소의 변화가 있게 된다.

일반적으로 생물이 자라는데 쾌적한 「適水溫」에 비하여 크게 떨어지는 高溫이나 低溫에서도 견딜 수 있는 능력을 「溫度耐性」이라고 부른다.

生物의 「溫度耐性」은 현재의 생활장소와 그곳의 溫度에 따라 달라지게 마련이다. 예를 들어 南쪽지방의 27℃ 水溫에 자라고 있는 잉어는 38℃까지 견딜 수 있으나 북쪽의 5℃ 水中에서 자라는 늪은 25℃까지 견딘 것으로 나와 있다. 이 조사에 등장한 잉어는 담수어나 海水魚도 같은 경향으로 보고 있다.



〈그림 4〉 주요 수産物の 適水温

이와 같이 生物이 견딜 수 있는 水温의 上限線과 下限線을 「耐温限界値」라 부르고 있는데, 발전소에서 나오는 温排水는 주위의 海水보다 放水口에서 약 5℃~7℃ 정도 높고 放水口에서 멀어질수록 海水의 温度와 같아지므로 「耐温限界値」를 거론할 필요조차 없는 것이다.

앞에서 말한 바와 같이 沿岸海域의 海流나 바다의 온도는 潮位, 風向과 風速, 波高, 降雨量, 日照量 등 自然條件에 따라 항상 변화한다.

예를 들어 水温은 여름과 겨울 사이에도 약 10℃~22℃의 차이가 있으며 낮과 밤의 차이도 3℃쯤 된다.

이처럼 자연 속의 바다는 항상 변하고 있으며 太陽으로 부터 내려오는 빛과 河川에서 흘러내리는 영양분에서 植物프랑크톤이 증가되고 또 動物프랑크톤을 길러내며 이것을 먹이로 稚魚가 成魚로 성장하고 그 과정에서 강자가 약자를 취하는 이른바 「食物連鎖」가 균형을 유지하게 되

는 것이다.

발전소에서 나오는 조금 따뜻한 温排水에 상관없이 바다의 生物이나 물고기는 그들 나름대로 서식에 알맞는 깊이의 바다에서 「適性温度」의 물을 구하여 헤엄쳐 다니면서 먹이를 얻고 成長해 나간다. 찬물이 좋으면 찬 곳으로 옮기고 水温가 좋으면 따뜻한 곳으로 이동한다.

그러나 발전소의 温排水는 放水口 근처에서만 다른 海水보다 水温이 조금 높을 뿐, 곧 주위의 海水와 같아지기 때문에 별다른 영향은 일어나지 않는다. 다만 放水口 부근의 수심이 낮은 곳에서는 해초류 등이 계절에 따라 조금씩 바뀌는 것을 볼 수 있을 정도이다.

7. 温排水를 利用하는 방법은 없는가

우리는 水族館 같은 데서 어항 속의 물을 전기로 히팅하는 광경을 많이 보아왔다. 이것은 熱

帶魚처럼 溫水를 좋아하는 물고기의 사육에는 필요불가결한 일이라 하겠으나, 熱帶魚가 아닌 금붕어나 잉어의 사육에서는 오히려 발육촉진이나 越冬 목적으로 이용하고 있다.

또 農家에서는 비닐하우스나 온실을 만들어 채소나 과일을 재배하는데 發電所의 溫排水를 이러한 方面에 이용하는 일은 얼마든지 가능한 일이다. 더구나 최근의 漁業이 「잡는 漁業」에서 「기르는 漁業」으로 바뀌고 있는 만큼 溫排水를 이용한 養殖事業은 매우 흥미있는 일이 아닐 수 없다.

현재 우리나라의 海洋 養殖生産量은 1985년의 경우, 787,571톤으로 비교적 높은 편이나 이 중 대부분이 미역, 김 등 해초류와 굴, 피조개, 백합 등 조개류의 양식에 치우쳐 魚類의 養殖高는 1,413톤으로 전체의 0.17%에 지나지 않는다.

최근에 이르러 우리나라도 魚類養殖에 대한 인식이 점점 높아져 많은 漁民들이 관심을 가지게 되었으며, 특히 방어의 경우는 1983년에 331톤이었던 것이 1985년에는 1,000톤을 초과하는 양식실적을 올리고 있다.

그러나 현재 주 양식어종인 방어, 참돔 등은 自然産 稚魚를 모아 가을까지 기른 후 겨울철월동이 불가능하므로 商品크기까지 기르지 못하고 未熟魚로 日本에 수출하고 있는 실정이다. 여기에 原子力發電所의 溫排水를 효과적으로 이용한다면 高級魚種의 越冬이 가능하지 않겠느냐는 착상하에 그 研究가 진행되고 있다. 다음 그림은



〈그림 5〉 발전소 온배수를 이용하여 월동한 방어 (1세 : 3.8kg)

삼천포 화력발전소에서 나오는 溫排水를 이용하여 월동에 성공한 방어의 실물사진이다. 생후 1년된 방어가 10cm, 3.8kg까지 성장했다.

프랑스, 일본 등 선진국에서는 이미 溫排水를 이용한 양식업이 활발히 진행되고 있으므로 우리도 하루속히 이 기술을 습득하고 보급하는 것이 漁民의 所得增大를 위해 필요한 일이라 생각한다.

8. 우리나라의 養殖漁業

간석지와 淺海에서 이루어지는 養殖業의 어획고가 總漁獲高에서 차지하는 비중은 1962년에 4.0% (1.9만톤)에 불과했으나 1970년에는 12.7% (12.7만톤), 1985년에는 25.4% (78.8만톤)를 차지할 정도로 급속한 成長을 보이고 있다.

과거에는 養殖業에 의한 生産品이 對日輸出과 관련하여 다소의 기복이 있었다. 그러나 1970년에 와서 부터는 국민경제가 향상되고 生產品의 국내수요가 증가함에 따라 양식업도 지속적인 성장을 보이고 있다.

양식업 중에는 海藻類와 貝類가 중심을 이루고 있다. 1985년의 전체 양식업에서 차지하는 비중은 해초류가 60.1%, 패류가 34.0%, 기타 5.9% 였다. 양식대상 해초류는 김, 미역, 파래, 다시마, 툇 등이 있으나 주종을 이루는 것은 역시 김과 미역이다.

김은 원래 해안의 암반에 착생하는 해조류로서 쌀을 주식으로 하는 우리는 오늘날 흔하게 먹고 있지만 과거에는 귀한 부식이었다. 김의 양식은 河東地方에서 약 300년 전부터 시작되었다. 그러나 본격적인 양식업은 韓日合邦 이후의 일이며 日人들이 즐겨먹는 기호식품이었다.

김은 가을철에 發芽하기 시작하여 수온이 5℃~8℃ 정도로 내려가는 겨울철에 왕성히 자라는 1年生 해조이다. 김의 양식장은 조류의 소동이 원활한 간석지와 淺海가 적지이고 그것을 상품화하는 데는 많은 노동력이 요구된다.

南海岸과 西海岸에서는 김 양식업이 겨울철 영세어민의 중요한 소득원이 되고 있다. 주산지는 순남지방으로 전체 생산량의 84.8%를 차지한다. 특히 완도를 중심으로 해남, 진도, 신안, 장흥, 고흥, 광양 등지는 유명한 김 생산지이다. 그리고 천연김 또는 돌김(石苔)은 충남에서 채취되며 강원도에서도 나온다.

미역 양식은 1968년 완도에서 시험재배에 성공한 이래 활기를 띠고 있으며 1985년의 생산량은 25.6만톤에 달했는데 전남에서 74.9%, 경남에서 19.3%가 생산되었다. 미역은 12월 하순부터 이듬해 5월 사이에 채취된다. 미역은 생산력이 왕성하여 생산량을 많이 늘릴 수 있으나 수요가 따르지 못하여 생산을 억제하고 있는 형편이다. 1985년의 천연미역 생산량은 0.6톤이었으며 강원도에서 54.5%, 경남에서 22.8%가 생산되었다.

貝類 양식업은 굴, 홍합, 바지락, 피조개, 꼬막, 동족, 백합 등이 있다. 이 중 가장 중요한 것은 굴(石花)이다. 굴의 양식은 1897년 元山에서 시작되었는데 이때의 양식방법은 간석지에 바위를 깔고 種貝를 기르는 投石式 養殖 또는 바닥 양식이었다. 1960년부터는 수면이 잔잔한 淺海에 굴을 水中에 매달아 기르는 垂下式 養殖業이 남해안 閑麗水道에 보급됨에 따라 생산량도 급증하기 시작했다. 主産地는 忠武를 중심으로 거제, 진해, 통영, 남해, 여수에 이르는 閑麗水道로서 이곳은 淸淨海域으로 水質이 좋고 수심도 15~20M 정도로서 파도가 거칠지 않아 垂下 養殖의 최적지이다. 생산량은 1960년에 0.6톤이었던 것이 1985년에는 24.3톤으로 급증했다. 시도별로는 경남이 전체 생산량의 82.9%를 차지하며 다음이 전남으로 9.1%, 부산 4.7%, 충남 1.3% 순위이다.

이밖에 홍합, 바지락, 피조개는 1985년에 양식홍합이 4.8만톤, 천연홍합이 0.6만톤 생산되었으며 경남과 충남이 주산지이다.

또 바지락은 1985년에 3.4만톤이 생산되었는

〈표 2〉 주요 海藻類와 貝類의 養殖生産量

(단위: 톤)

연도	1962	1965	1970	1975	1980	1985	
조식	김	3,439 (1,700)	9,838 (1,078)	35,782 (1,171)	44,672 (738)	56,274 (237)	109,819 (803)
	미역	369 (26,334)	1,275 (31,939)	6,625 (38,420)	112,026 (20,302)	196,147 (10,244)	256,436 (6,380)
	다시마	— (39)	— (104)	— (780)	2,758 (1,246)	940 (2,411)	11,796 (396)
패류	우무가사리	896 (3,888)	1,257 (2,680)	1,149 (3,154)	981 (5,279)	560 (7,941)	246 (1,115)
	굴	7,636 (4,160)	44,747 (1,247)	36,781 (5,618)	143,601 (9,122)	173,052 (13,981)	212,847 (11,668)
	홍합	203 (2,917)	274 (2,608)	6,888 (3,819)	12,888 (12,421)	61,301 (8,074)	48,239 (6,169)
패류	바지락	2,801 (3,637)	7,210 (1,939)	5,247 (4,966)	15,385 (22,870)	30,096 (13,606)	14,350 (20,103)
	백합	314 (1,229)	1,277 (228)	5,602 (2,482)	6,259 (1,110)	779 (1,419)	161 (1,280)
	꼬막	212 (2,034)	7,246 (681)	19,295 (3,898)	9,441 (2,634)	5,427 (801)	12,038 (350)
피조개	— (—)	— (—)	— (476)	127 (2,459)	2,301 (904)	48,073 (2,315)	

주: 각·이후 산인산) 합산량
 원·수신용계역사, 남남수산농계연보

데 양식바지락은 경기, 전북, 충남에서, 천연바지락은 충남, 경남, 전남에서 생산되었다.

피조개 생산량은 5.0만톤이었으며 양식피조개는 경남에서 전체의 83.3%가 나온다.

魚類의 養殖은 아직 初步段階를 벗어나지 못한 실정이며 방어, 참돔, 장어 등의 양식에 착수하여 1985년에 1,000톤의 실적을 올렸다. 앞으로 연구과제로 삼고 있는 어종은 暖流性魚類가 越冬이 어려운 점을 감안하여 발전소의 溫排水를 이용한 집약적 월동기술의 개발과 함께 겨울철 월동이 가능한 寒流性 또는 冷水性魚類인 연어, 송어류나 年中 사육이 가능한 조피볼락, 돌돔, 넙치 등의 양식기술개발이 지속적으로 이루어져야 할 것으로 보고 있다.

가까운 日本에서는 養殖技術을 크게 재배어업 기술과 양식기술로 나누어 취급하는데 재배어업 기술은 生物學的分야에서부터 工學的 또는 社會科學的인 분야에 까지 넓은 내용을 포함하며 보리새우, 가리비, 참돔 등 지역별로 대상어종을 지정하여 증식사업을 벌이고 있다.

9. 溫排水에는 放射能이 섞여 있지

않는가

이 물음에 답하기 전에 우선 溫排水의 확산에

측을 설명하는 것이 순서일 것 같다.

원자력발전소에서 내보내는 溫排水가 어느 정도까지 번져나가는지를 예측하는 것을 온배수 확산예측이라고 한다.

이것을 예측하는 방법으로는 컴퓨터를 사용하는 數値시뮬레이션과 실제로 발전소 주변해역의 모형을 만들어 물을 흘려보내며 시험하는 水理模型實驗의 두가지가 있으며 이두가지를 병행하는 방법도 있다.

數値시뮬레이션은 주로 온배수를 海面에 방류하는 경우에 사용하며 水理模型實驗은 水中放流 때 사용한다.

溫排水의 放流方式은 크게 나누어 表層放流方式과 水中放流方式이 있는데 表層放流(海面放流)은 해안선에서 비교적 느린 속도로 해면 위로 방류하는 방식으로서 放水口 근처에서는 주위의 바닷물을 휘저어 혼합하면서 냉각하게 되나, 방류속도가 느리고 그 量도 적기 때문에 혼합량도 많지 않으며 해면 위로 넓게 번져 나간다.

水中放流方式은 해면 밑의 水中이나 海底에 설치된 放水口로 부터 온배수를 내보내는데 포층 방류방식에 비하여 비교적 빠른 流速으로 水中에 내뿜는 방식이다. 즉 이 두가지 방류방식중 어느 쪽을 택하느냐에 따라 확산예측도 달라지나 放水口에서 나온 온배수는 바다의 소용돌이나 潮水의 干滿에 의하여 다른 바닷물과 섞이고 大氣로 열을 내보내면서 냉각되어 주위의 海水

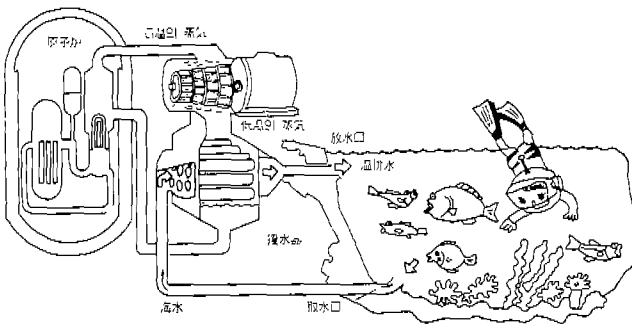
와 같아지게 되는데 그 확산 거리는 방수구에서 약 100M 정도로 나타나고 있다.

다음으로 제기되는 문제가 溫排水에 放射能이 섞여 있느냐는 물음이다. 이에 대해서는 다음의 **그림 6** 및 **그림 7** 을 보는 것이 理解에 도움이 되리라 생각한다.

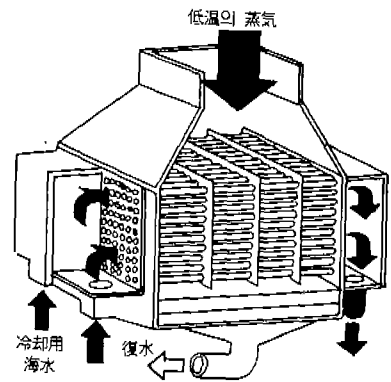
방사성물질이 위험시되는 곳은 아래 그림의 原子爐建物 내부 뿐이다. 터빈·발전기나 복수기가 설치된 장소는 원자로 건물과 엄격히 차단해 있기 때문에 일반 화력발전소와 다를 바가 없다.

즉, 取水口로 들어온 海水는 復水器에 들어가 터빈·발전기를 회전시키고 나온 파이프 속의 증기를 냉각시켜 본래의 물로 환원시켜주는 일을 하고 放水口로 나오게 되므로 원자로 건물에는 접근할 기회가 없는 것이다. 따라서 이 온배수는 일반 해수보다 약 7℃ 정도의 온도차가 있을 뿐이며 放射能오염은 전혀 문제시되지 않는다.

이에 대해서는 韓國原子力産業會議가 발행한 홍보자료 4집 「放射線의 影響」에서 詳述한 바 있거니와 한마디로 말해서 原子力發電所 주변의 해수는 원자력발전소가 들어서기 전이나 지금이나 조금도 달라진 것이 없으며 해수에 들어있는 방사선량도 자연방사선의 범위를 넘지 않는 것으로 확인되었다.



〈그림 6〉 原子力發電의 溫排水 循環圖



〈그림 7〉 復水器 断面圖

서울 올림픽대회 휘장

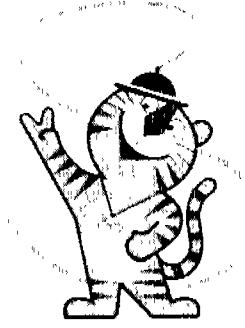
서울 올림픽 대회의 휘장은 우리 민족 전래의 문양인 삼태극에서 착상된 것으로, 이 삼태극은 예로부터 태극선을 비롯하여 한옥의 대문·공예품·민예품 등에 널리 사용되어 한국의 특성을 잘 나타내는 시각적인 요소로서 외국에도 잘 알려져 있다.



서울 올림픽 대회의 휘장은 삼태극을 원심운동과 구심운동으로 구분하여 두가지 형태로 형상화 했으며 '88서울 올림픽을 통한 세계 모든 인류의 화합과 세계 평화에로의 전진을 표상화 했다.

인접으로의 구심운동 모양은 올림픽 축제에의 참여를 위한 온 세계인이 서울로 모이는 것을 나타냈고 바깥으로의 원심운동 모양은 올림픽 대회의 이상을 통해 세계평화가 증진되는 것을 나타냈다.

서울올림픽대회 마스코트



웅혼하고 씩씩한 한국산 호랑이는 옛부터 민담·설화 등을 통해 전통적으로 우리 민족과 친근하고 국제학술계에도 잘 알려져 있어 마스코트 대상으로 선정됐다. 한국산 호랑이를 귀여운 아기 호랑이로 단순화하고, 현상화 했다.

부드러운 곡선 위주로 친근한 맛을 느끼게 하며, 목에는 오륜 메달을 걸어 올림픽을 상징했다.

한국 고유의 농악놀이(상모춘리기) 형태로 민족 고유의 멋을 가미했으며, 'SEOUL' 첫 글자인 'S'를 부각시켰다.

실례로 古里 1호기의 放水口에서 떠낸 海水의 試料를 직접증발법에 의하여 분석한 결과 1호기가 가동되기 전인 1978년 이전의 측정치에 비하여 현재까지 특별한 변화를 찾아볼 수가 없었다. 이곳의 방사능 함유의 최고치는 1980년의 0.9565피코큐리(cc당)이고 평균치는 0.3638피코큐리(cc당)이다. 이러한 결과는 이웃나라 日本의 玄海原子力發電所 근해의 측정치와도 비슷한 수준이다.

또 月城原子力發電所 근해와 取水口 및 放水口에서 채취한 바닷물의 전베타방사능을 직접증발법으로 분석한 결과 최고치는 발전소가 가동되기 이전인 1979년 4/4 분기의 0.7758 피코큐리(cc당)이고 평균치는 0.3324피코큐리(cc당)로 나타나 원전가동에 따른 영향을 전혀 찾아볼 수 없었다.

그리고 근해의 조개류나 해초류에 대한 검사결과 고리에서 분석된 조개류의 전베타 방사능의 최고치는 1977년의 257.36 피코큐리(灰 1g당)이고 평균치는 101.20피코큐리(灰 1g당)로 나타났

는데 이는 일본 근해보다 월등히 좋은 것이다.

또 月城에서 측정된 어류의 전베타방사능 측정치는 평균 75~300피코큐리(灰 1g당)로 나타나 원전 주변해역이 청정함을 확인할 수 있었다.

10. 環境評價

原子力發電所는 건설에 앞서 事業主体인 韓國電力公社가 정부의 소정 절차와 지침(원자력법 시행령 제 111조 1항의 규정)에 의한 과거치 고시 제 85-5호 원자력발전소 주변환경 조사지침에 따라 필요한 調査, 豫測, 評價를 실시한다.

이 「환경영향조사」는 隣近海域에 대한 것을 포함한다.

溫排水가 바다로 번져나가는 모양과 生物에 미치는 영향을 예측하기 위해서는 海象調査와 生物調査를 실시하며 가산되는 모든 事態에 대비하여 영향이 미치지 않도록 대책을 세워야 한다.

이러한 調査결과는 「環境影響調査書」에 종합

되어 관계기관에 제출되며 관계기관은 이 報告書에 근거하여 엄정한 심사를 거친 다음 건설을 허가하게 된다.

또 건설이 끝나 운전을 개시할 때와 운전후에도 계속적으로 환경에 미치는 영향을 추적, 조사하여 그 평가가 만족스러우지를 점검한다.

이에 따른 海洋環境調査는 원자력발전소의 온배수에 의하여 水温이 올라갈 것으로 예측되는 範圍 안은 물론이고 그 주변까지도 조사하게 되는데 調査의 내용은 水温의 分布와 變動, 海流의 狀況등 物理的인 것과 水質과 海底의 地質등 화학적인 것, 그리고 沿·近海에 서식하는 生物, 海藻, 魚類, 프랑크톤 등의 종류와 분포상황 등이다.

이 調査에는 각종 計器와 악품, 文獻, 전문가가 총동원되며 船上에서 또는 잠수부에 의한 試料採取도 병행한다. 이 조사는 각계절마다 정기적으로 행해지며 주변 해역과 어장에 대해서도 어획되는 어류의 종류와 어업, 양식업의 상황등도 함께 조사된다.

원자력발전소는 이와 함께 발전소 構内外의 방사선이나 방사능 오염도를 측정하고 그 결과를 판단하며 처치하는 작업을 수행하는데 이러한 일련의 설비를 「放射線모니터링」이라고 하며 이것을 다시 세분하여 「個人被曝모니터링」과 「環境모니터링」으로 구분한다.

환경모니터링은 原子力發電所 주변 요소요소 에 방사선 측정장치(모니터링 포스트)를 설치하여 방사선이 기준치 이상으로 올라가면 자동적으로 경보신호를 보내게 되어있다. 그러므로 원자력발전소에서 나오는 온배수나 폐수도 이러한 모니터링을 거쳐 바다로 배출되기 때문에 오염의 염려가 없으며 만에 하나라도 기준치를 초과하면 放流가 차단된다.

또 환경방사선 감시요원이 배치되어 정기적으로 주변의 농작물, 토양, 광물, 식수, 곤충, 해초, 어패류, 해수 등의 시료를 채집하여 방사능 농도를 측정하며 그 결과를 기록하고 정부기관

에 보고하고 있다.

뿐만 아니라 原電의 건설과 운전, 환경평가작업은 정부기관의 엄격한 심사와 승인을 받고 있으며 國際原子力機構와도 계속적인 조언과 감시하에 운영되고 있다.

한국은 1978년에 古里 1호기를 가동한지 이제 10년을 헤아리게 되었으나 原電으로 인한 環境汚染은 전혀 찾아볼 수 없으며 隣近海에 대한 영향도 예상했던대로 별다른 변화가 없다.

結 言

한마디로 말해서 원자력발전소의 溫排水는 沿·近海의 漁業이나 海洋의 水質에 별다른 영향을 끼치지 않는다.

다만 겨울철에 번식하는 해초류가 放水口 근처의 낮은 수면에서의 약간의 영향을 받고 있음이 확인되었다.

우리나라는 그동안 원자력발전소 가동 이래 장기간에 걸쳐 沿·近海의 定置網漁業의 漁獲狀況을 조사해 왔으나 온배수로 인한 영향은 찾아볼 수 없었다.

오히려 문제가 있다면 漁獲技術의 발달과 더불어 무분별한 濫獲이 자행되고 있으며 이로 인한 資源의 枯渴이 염려된다.

우리는 原電自体를 긍정적 눈으로 보되, 주변 환경에 미치는 영향에 대해서는 엄격히 조사분석하여 개선점과 효과적인 이용방안을 꾸준히 모색하는 일이 시급하다 할 것이다.

예를 들어 溫排水를 이용하여 魚類나 皿類를 양식·재배하면 自生性에 비하여 잘 자라고 成熟도 빨라진다는 사실이 확인되고 있으며 先進國에서는 대대적인 이용시설이 만들어지고 있다.

우리도 여기에 착안하여 發電所의 立地條件·海城과 山野의 특성에 맞춰 그 이용방안을 연구하는 일이 중요하다. 그것은 野菜나 과일을 재배하는 農業分野와 海産物의 양식에 이르기까지 광범위한 분야가 될 것이다.