

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

(上)

序 言

우리나라는 三面이 바다로 둘러싸인 海洋國이다. 따라서, 海洋資源의 보호와 효율적 이용은 農漁民의 생업보호라는 측면을 넘어서서 國家의 중요한 政策課題 중의 하나라고 할 수 있다.

이점에 비추어 원자력발전소에서 배출되는 溫排水의 실태를 파악하고, 주변 해역에 미치는 영향이 어떤지를 살펴보는 것은 지극히 중요한 과제라고 생각한다.

그러므로 여기에서는 우리나라 原子力發電所의 立地와 관련하여 이제까지 확인된 溫排水의 실태를 밝히고, 그로 인한 환경적 영향을 살펴봄으로써 국민적인 이해의 폭을 넓히고자 한다.

1. 溫排水란 무엇인가

원자력발전소에서는 原子爐內에서 핵연료가

核分裂할 때 발생한 熱로 증기를 만들고, 그 증기의 힘으로 터빈·발전기를 돌려 발전을 한다.

이 역할을 끝낸 증기는 다시 復水器로 보내어져 거기서 冷却되어 본래의 물로 환원된다. 이 물은 펌프에 의하여 다시 증기발생기로 보내어진다.

가정에서 가끔 겪는 일이지만 냉장고에 넣은 병의 마개가 잘 열리지 않는 것은 병속의 수증기가 냉각되어 그 만큼 압력이 적어졌기 때문이다.

이와 마찬가지로 復水器에서 증기를 냉각시켜 물로 만들면 그 만큼 압력이 떨어지므로 터빈입구의 증기압력에 비하여 出口에서는 압력이 낮아지고 그 압력차에 의하여 터빈의 효율이 높아진다.

이러한 일을 하는 復水器는 冷却用으로 많은 양의 물을 필요로 하는데, 100萬kW의 原子力發

電所 1 基에서 쓰는 海水의 量은 매초당 약 60~70톤에 이른다.

증기를 냉각시키는 과정에서 海水는 열을 흡수하게 되므로 取水 때의 溫度보다 약 7℃ 정도 높은 물을 바다로 放水하게 되는데, 이 물을「溫排水」라고 한다.

海水가 取水口를 통하여 原子力發電所에 들어와 復水器를 통과해서 排水口로 나가는데까지 걸리는 시간은 약 10~20분이다.

이러한 溫排水는 原子力發電所 뿐 아니라 火力發電이나 其他 産業施設에서도 排出되고 있다.

2. 우리나라 近海의 海流

우리나라의 近海는 필리핀 동쪽의 배평양에서 시작하여 아시아 대륙의 東岸을 따라 北上하는 난류인 쿠로시오(黑潮)해류의 영향을 많이 받는다.

쿠로시오海流는 세계에서 세력이 가장 강한 해류의 하나로 꼽히는데, 오키나와섬 북쪽에서 갈라져 나오는 한 갈래는 제주도 동남쪽에서 다시 쓰시마海流와 黃海海流로 갈라진다.

쓰시마해류는 두께가 약 150M, 너비가 40~90km에 달하며 大韓海峽과 東海로 흘러 들어오면서 세 갈래로 갈라진다. 첫째 갈래는 쓰시마섬의 동쪽을 지나 日本列島의 西岸을 따라 北上하고, 둘째 갈래는 쓰시마섬의 서쪽을 지나 東海로 流入, 동쪽으로 방향을 바꾸어 첫째 갈래와 만나 나란히 北上한다.

우리나라 東海岸을 따라 北上하는 東韓海流는 세계 갈래로서 경북의 竹邊近海에서 북쪽으로부터 남하하는 深層水와 섞이면서 점차 동쪽으로 전향하고 그 일부는 계속 北上하여 威南근해까지 영향을 미친다.

東韓海流는 계절과 해에 따라 그 세력에 크고 작음이 있고, 때로는 威北近海까지 영향을 미칠 때도 있으나 겨울철에는 죽변~울릉도 또는 주문진까지가 그 영향권에 들어간다. 이 해류의 流

速은 대체로 0.5노트 정도이며, 일반적으로 겨울철에는 느리고 8월경에 가장 빠르다.

한편, 오키나와 방면에서 南下하는 寒流인 리만海流는 沿海洲부근에서 두갈래로 갈라지는데 한 갈래는 東海의 중앙부로 흘러가고, 다른 한 갈래는 함경도 해안을 따라 남하하면서 北韓海流를 형성한다.

북한해류는 東韓海流와 陸地와의 사이를 흘러 내려가면서 강원도 남부까지 영향을 미치며 慶北沿岸부터는 表層에서 가라앉아 下層流로 변한다. 영일만 이남에서는 表層에 나타나지 않는다.

東海는 이처럼 暖流와 寒流가 交流하기 때문에 魚族이 풍부하다. 暖流性 魚族으로는 꽂치, 멸치, 방어, 삼치, 고등어, 오징어 등이 있다. 이들 魚族은 봄부터 여름에 걸쳐 表層暖流를 따라 北上하며 해에 따라서는 北韓近海까지 回遊하고 가을에 水温이 내려가면 남쪽으로 이동한다.

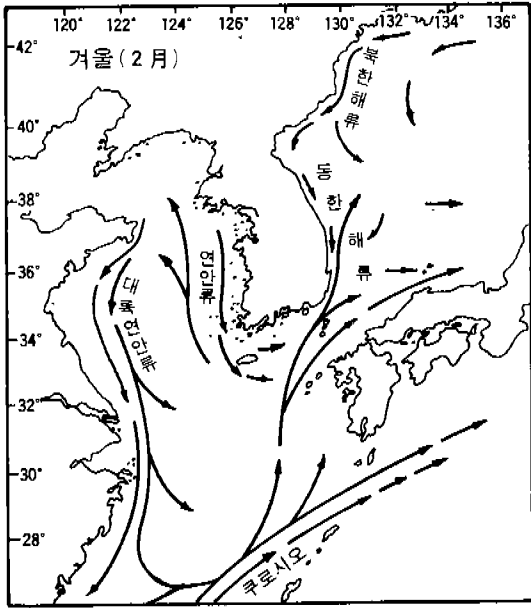
寒流性 魚族을 대표하는 명태는 강원도 근해까지 回遊하는데 주요 어장인 영흥만 근해에서는 產卵期인 11, 12월에 盛漁期를 형성한다.

쿠로시오해류의 한 갈래가 제주도 서쪽을 지나 西海 중앙부로 흘러들어 형성되는 黃海海流는 세력이 아주 약하다. 4월부터 북상하기 시작하여 세력이 가장 강한 8월에는 발해만으로 流入하려는 경향을 보이지만 10월부터는 北西季節風의 영향으로 세력이 위축되며 바다가 거칠어지는 겨울에는 방향을 바꾸어 동쪽으로 돌아 제주도와 남해안 사이를 흘러간다.

우리나라의 西海岸을 따라 南下하는 沿岸水는 北西季節風과 관련된 해류로서 겨울철에 비교적 활발해진다.

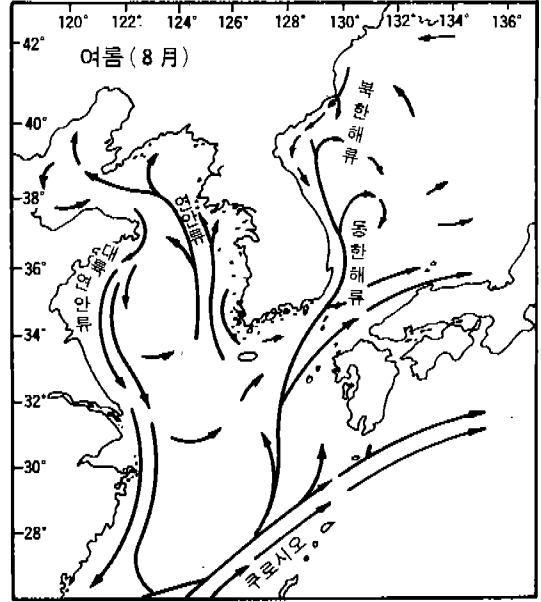
西海의 난류성 어족으로는 조기, 전갱이, 민어, 멸치, 삼치, 넙치 등이 있다. 西海에서 產卵, 부화된 이들 어족의 稚魚는 대개 발육기를 西海에서 보낸 다음 가을에 남쪽으로 이동한다.

暖流의 영향을 연중 받는 南海는 어족의 번식에 이상적이며, 멸치, 갈치, 쥐치, 전갱이, 꽂치, 상어, 돔, 가재미, 조기, 송어, 문어 등 어



〈그림 1〉 겨울철의 해류

겨울철에는 北韓海流의 영향이 경북 해안까지 미친다.



〈그림 2〉 여름철의 해류

여름철에는 東韓海流의 영향이 함남근해까지 미친다. 西海의 연안류는 세력이 미약하다.

족이 매우 다양하다.

3. 우리나라 近海의 水温

東海와 西海는 水温과 鹽度에 있어서도 큰 차이가 있다. 해수의 温度는 海流, 太陽의 복사열, 기온 등에 의하여 결정된다. 西海는 水温의 변동이 심하다. 특히 水深이 얇은 沿岸의 水温은 여름에는 높고 겨울에는 낮게 내려가 北쪽에서는 바다가 어는 경우도 있다.

外海에서의 겨울철의 수온은 북부가 2℃~3℃, 중부가 5℃ 내외, 남부가 7℃~8℃이고 여름철의 최고 표면 수온은 북부가 25℃ 내외, 중부가 27℃ 내외, 남부가 28℃~29℃ 정도이다.

西海의 염도는 평균 3.2% 정도로 높지 않은 편이며 여름에는 河川에서 淡水가 많이 흘러내려가 해안부근의 염도는 2.7%까지 떨어진다. 또 우리나라의 큰 河川과 양자강, 황하 등 세계적인

大河川이 流入되는 西海는 부유물이 많아 투명도가 매우 낮은 것이 특색이다. 潮流가 활발히 드나드는 河口나 灣에서는 빨이 많아 바닷물이 누런 빛을 띠게 된다.

東海는 여름 水温이 전체적으로 西海보다 낮은 편이다. 동해안은 좋은 모래사장이 많고 바닷물이 맑으나 海水浴을 할 수 있는 기간은 西海보다 짧다.

여름철 東海의 南部에서는 表層水温이 25℃ 내외로 높아지고 울릉도 부근에서는 暖水層이 100m 아래까지 형성된다.

겨울철에는 수온이 北쪽에서는 1℃ 내외로 떨어지고 暖流의 영향을 받는 南部에서는 10℃ 이상을 유지하여 南北間의 차이가 크게 벌어진다. 東海海流과 北韓海流의 消長과 관련하여 겨울에는 강릉부근, 여름에는 함흥부근으로 이동하며 水産業과 깊은 관계를 맺는다. 여름철 冷水帶가 동해에 넓게 확장, 정제하면 漁業活動은 큰 타

격을 받는다. 염도는 3.4% 정도이며 계절적 변동은 적은 편이다.

南海는 쿠로시오海流의 영향으로 年中 수온이 높다. 여름에는 表面水温이 최고 28℃~29℃까지 올라가며 겨울에도 外海에서는 13℃ 이하로 내려가지 않는다. 그리하여 각종 魚族과 海藻類, 貝類의 종류가 풍부하다. 염도는 3.0%까지 떨어질 때도 있으나 上層에서만 나타나는 현상이고 가을부터 염도가 증가하여 봄에는 3.5% 정도에 달한다.

4. 우리나라 沿·近海의 魚類

일반적으로 沿岸漁業은 하루에 조업을 마치고 돌아올 수 있을 정도로 육지에서 가까운 바다에서의 漁業을 가리키고, 近海漁業은 2일이상 심수일동안 먼 外洋으로 出漁하는 어업을 말한다. 그러나 실제로는 엄격한 구분이 어렵기 때문에 두가지를 합쳐서 보통 沿近海漁業 또는 一般海面漁業이라 부르고 있다.

우리나라 沿近海에서 많이 잡히는 주요 魚種에는 여러가지가 있다. 1985년의 예를 들면 10만톤 이상의 어획고를 올린 어종은 쥐치를 비롯하여 갈치, 정어리, 멸치 등이었다.

南韓의 沿近海에서는 오랫동안 명태, 오징어, 조기, 갈치, 멸치, 쥐치 등이 해에 따라서 어획량이 가장 많은 王者의 자리를 굳혀왔다. 이 중에서 지속적으로 많이 잡히는 어종은 오징어와 멸치이고 1970년대 후반부터는 쥐치가 새로 등장하여 首位를 지키고 있다.

오징어는 1960년대에 王者로 군림했던 어종으로 속초, 주문진, 거진, 울릉도의 沿近海에서 6~8월에 많이 잡혔으나 근래에 이르러 어획량이 전성기의 약 반으로 줄어들었다.

멸치는 1970년대에 들어와서 수위 어종으로 부상했었다. 주로 南海岸에서 많이 잡히며 1978년에는 이때까지의 최고기록인 18.3만톤을 어획했으나 쥐치에게 首位를 빼앗겼다.

쥐치는 南海岸에 많이 서식하는 底棲魚種으로 과거에는 별로 어획대상으로 꼽히지 않았으나 근래에 이르러 間食用 嗜好식품으로 調味加工되면서 부터 인기품으로 부상한 어종이다. 1978년 수위 어종이 된 이래 계속 그 자리를 지키면서 1985년에는 25.7만톤이나 잡혀 일반 해면 어업 어획고의 17.2%를 점유했다.

우리나라의 沿海는 예로부터 갈치의 產地로 유명하다. 값이 싸고 맛도 좋은 갈치는 주로 南海와 西海에서 잡힌다. 어획고는 보통 10만톤을 웃돌고 있으며 계속 증가해 왔다.

조기는 1950년대 초에 首位 魚種이었다. 그 어획고는 대체로 2만~5만톤 수준에서 변동을 보여왔는데 최근에는 급속히 감소하고 있다.

명태 어획고는 1960년대 말과 1970년대 초에는 1만톤을 넘던 것이 1970년대 후반부터 급증하여 1978년에는 26.9만톤까지 달했었으나 1980년대에 들어와서는 3만~5만톤 수준에 머물고 있다.

명태는 속초이북의 강원도 근해에서 많이 잡히기 때문에 휴전선 근처까지 출어하고 있다.

이밖에 多獲 魚種으로는 고등어, 꽂치, 정어리 등이 있다. 고등어는 東支那海에서 월동하는 暖流性 魚種으로 과거에는 우리나라 全域에서 많이 잡혔었다. 고등어는 5~7월의 산란기에 우리나라 근해에 들어와 水温이 20℃ 내외의 수역에서 산란하는데 이 시기가 어장은 성황을 이룬다 어획고는 1976년 이후 약 10만톤 수준을 유지하고 있다. 주어장은 南海와 경북 울릉도 이남의 東海一帶이다.

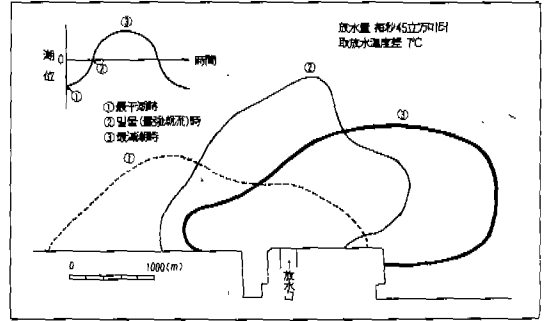
꽂치는 東海가 主漁場이다. 1950년 이후부터 1970년대 후반까지 오랜 기간동안 2~3만톤 정도 잡혀왔으나 그후 점차로 어획량이 줄고 있다.

정어리는 1960년대부터 다시 잡히기 시작하여 1975년까지는 어획고가 약 4천톤에 불과하던 것이 1981년에는 5만톤을 넘어섰고, 1984년에는 최고로 17.8만톤에 이르렀다. 정어리의 어장은 南海와 東海南部에서 주로 잡힌다.

〈표 1〉 一般海面漁業의 主要 魚種別 漁獲高

인도	단위: 톤						
	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985
명태	28,031	15,520	26,696	13,418	59,862	28,112	46,496
참조기	16,541	21,667	39,608	31,765	40,056	48,843	6,872
갈치	14,891	41,656	37,683	69,082	120,078	111,980	127,606
멸치	15,669	34,789	56,761	54,047	175,451	169,657	143,612
고등어	14,436	2,175	7,339	38,256	70,123	62,690	68,479
꽂치	3,356	10,937	32,281	25,036	25,958	12,395	4,393
가자미	5,624	6,460	13,495	21,648	22,354	18,644	19,432
정어리	—	—	18	101	3,555	38,282	107,736
쥐치	—	—	—	—	81,394	229,230	256,528
오징어	10,059	37,644	68,368	72,142	37,238	48,490	42,879

자료: 수산통계연보, 수질수산 통계연보



〈그림 3〉 温排水가 퍼져나가는 實測例 (1℃ 상승범위)

그외의 沿岸海 魚種으로는 방어, 삼치, 전갱이, 민어, 넙치, 돔, 상어, 가재미, 송어, 문어 등이 있다. 이들 魚種의 어획고는 年時의 氣候나 自然條件에 따라 증감하며 전체적으로는 어로기술의 발달로 증가 추세를 보이고 있다.

5. 温排水는 漁業에 해를 끼치지 않는가

原子力發電所에서 나온 온배수는 바다의 溫度나 海流의 흐름에 변화를 가져와 魚群이 몰려오지 않거나 水産業에 해를 끼칠 것으로 생각하는 사람이 더러 있는 것 같다.

그러나, 이 温排水로 인한 水温이나 海流의 변화는 放水口 근처를 제외하면 거의 찾아볼 수 없으며 魚群이 모이고 안모이는데 별 영향을 끼치지 않는다.

海水의 온도는 地域과 계절에 따라 서로 다르나 우리나라 바닷물의 온도는 대체로 5℃~28℃ 사이를 오르내리고 있다.

温排水는 海水에 비하여 比重이 적기 때문에 海面으로 넓게 퍼져나가면서 주위나 바다 밑 부분의 찬 바닷물에 섞여 급속히 온도가 떨어진다. 그리하여 放水口에서 멀어질수록 처음의 流速을 잃게 되고 바다의 소용돌이나 물결, 그리고 밑물과 썰물에 따라 흘러가면서 다른 바닷물과 섞

이게 된다.

또 海面에서는 大氣中에 熱을 내보내어 점차 온도가 떨어지고 나중에는 주위의 바닷물과 같아지게 되는데 그 거리는 放水口에서 약 100m 정도이다.

温排水가 바다에 퍼져나가는 모양은 海岸線의 地形과 干潮와 滿潮의 흐름 외에도 바람이나 물결 등 자연조건과 放流方式 또는 放流速度에 따라 서로 다르다.

日本의 한 調査報告에 따르면 原子力發電所의 取水口로부터 들어온 프랑크톤이나 魚卵이 放水口로 나올 때까지의 사이에 어떤 영향을 받고 있는지를 알아보기 위해 運轉中인 발전소에서 채취한 標本水를 검사한 결과 얼마간의 프랑크톤이 죽어 있었으나 그 수는 매우 미약하여 温排水가 번져나가는 領域에서의 프랑크톤 감소는 거의 무시해도 좋을 정도라고 밝혀졌다.

이와 같이 원자력발전소에서 나온 温排水는 프랑크톤이나 魚卵에 큰 영향을 끼치지 않을 뿐 아니라 放水口에서는 7℃ 정도의 차이가 있으나 100M 정도만 떨어지면 주위의 바닷물과 같아지게 되므로 漁業에는 아무런 해도 끼치지 않는다. 더구나 우리나라 沿岸海의 魚種은 暖流性 어종이며 계절에 따른 水温의 차가 약 21℃ 정도임을 감안할 때 7℃ 정도의 차이가 나는 温排水는 별다른 영향을 끼칠 수 없다는 것이 보편화된 정설이다. (다음호에 계속)