

2주 제

충남 화력발전소의 온배수 배출의 문제점과
활용방안

(충남발전연구원 여형범 책임연구원)

충남 화력발전소의 온배수 배출의 문제점과 활용방안



2012. 05. 10 (목)

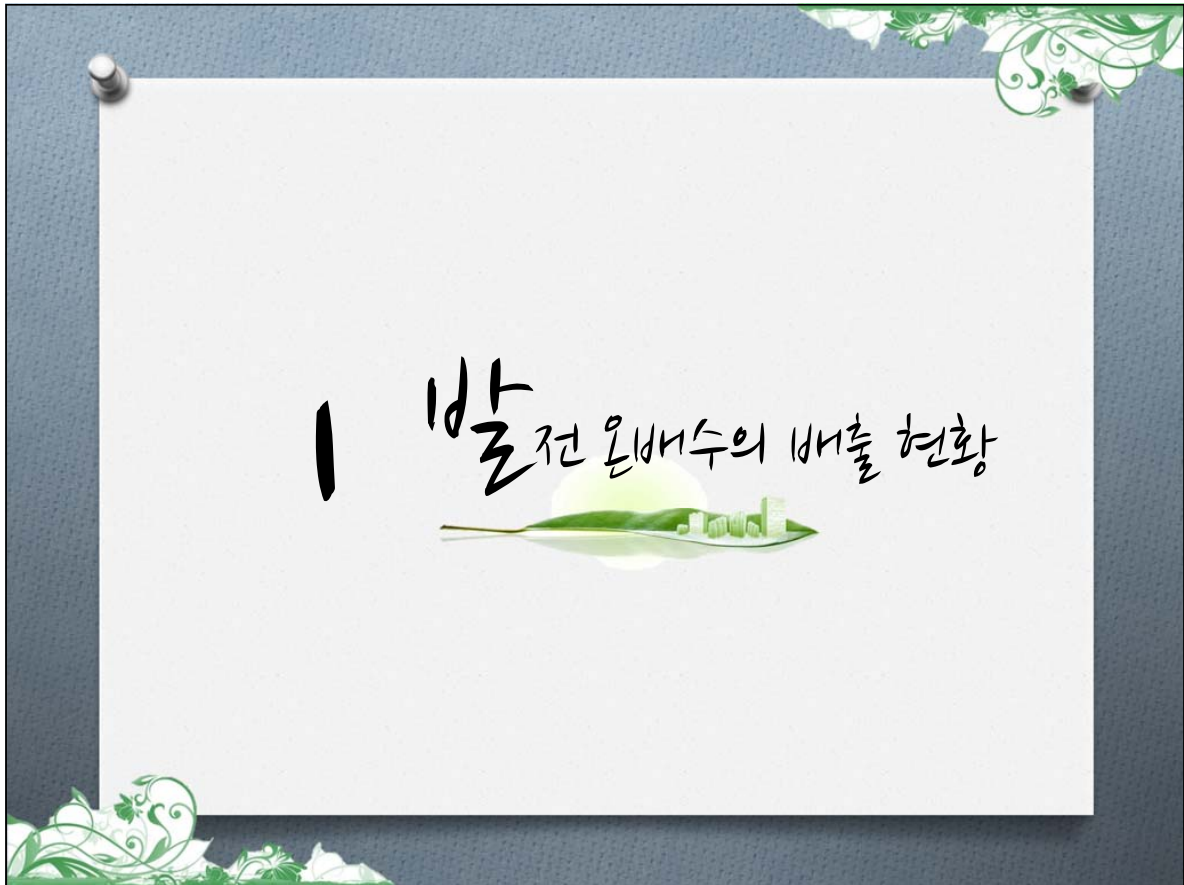
충남발전연구원
환경생태연구부 여형범



*본 내용은 「이인희, 2011, “농·어업부문의 화력발전 온배수 활용방안”, 열린충남 제56호」를 참조하였습니다.

Contents

- 1 발전 온배수의 배출 현황
- 2 발전 온배수가 해양생태계에 미치는 영향
- 3 발전 온배수의 관리
- 4 발전 온배수의 활용사례
- 5 발전 온배수의 활용 추진 전략



발전 온배수

현황

- **발전소 온배수**(thermal effluents)
 취수한 해수를 발전과정에서 발생한 폐열을 흡수하는 냉각수로 사용한 후 온도가 상승된 상태로 방출되는 배출수
 - ❖ 자연 해수보다 연평균 약 7℃ 정도 높음
 - ❖ **유엔 해양법 협약**
 온배수를 '인위적으로 해양환경에 유입되는 물질 또는 에너지로서 직·간접적으로 해양 생물에 해롭거나, 해양의 쾌적한 이용을 저해시키는' 오염물질 중 하나로 정의

4

배출 현황

현황

- **우리나라는 1일 평균 1억 3,000만 톤의 발전 온배수 배출 (2010년 기준)**
 - ❖ 우리나라의 경우 30여 개소 발전소의 최근 3년간 배출량은 473억톤/년
 - ❖ 충남의 경우 중부발전, 보령화력/복합발전소의 배출량은 46.4억톤/년
- **전력 사용량의 증가에 따라 발전 온배수 증가.
또한 지구온난화와와 상승작용으로 해양 생태계에 미치는 영향이 확대될 우려가 있음**

5

2 발전 온배수가
해양생태계에 미치는 영향



열오염

서빙태계영향

- **임계수온 이상의 수온상승은 해양생물의 생장에 악영향**

- ❖ 생산성 저하, 생물 군집구조의 변화, 특정 생물의 도피, 소멸 및 새로운 종의 발생 초래
- ❖ 정착성 어패류가 서식하는 어장 및 양식어장의 경우 온배수 배출시 생물의 도피가 어려워 열오염에 따른 피해가 발생

- **수온상승은 해수 밀도의 감소를 초래. 이에 따라 해수 중 부유물질 침강율이 높아지며 용존산소 용해도 감소**

- ❖ 발전소 온배수에 의해 해수온도가 27.2℃에서 31℃로 상승할 경우, 부착성 군집구조가 우세. 37℃ 이상의 수온에서는 수주고동 및 따개비류를 제외한 대부분의 동식물 소멸(Suresh, 1993).

7

발전소 가동에 따른 생물상 피해

서빙태계영향

- **발전소에 의한 해양 생물의 피해**

- ❖ 냉각수 취수 구조물과의 충돌에 의한 대형생물의 치사
- ❖ 냉각계통 통과에 따른 미소생물의 치사
- ❖ 주변수온 상승 수역의 생물상 변화

- **냉각계통 통과에 따른 미소생물의 치사**

- ❖ 냉각계통 연행과정에서의 수온변화, 냉각계통 내 부착생물 제거를 위한 화학물질투여, 기계적 충격 등에 의해 동·식물 플랑크톤 손실
 - 식물 플랑크톤
 - : 삼천포화전 7.5~58.9%, 고리원자력발전소 55% 소멸된 것으로 조사
 - 동물 플랑크톤
 - : 발전소 냉각계통에서 30~100% 치사하는 것으로 알려짐
 - 배수구의 수온 상승폭이 10℃ 이상일 때 치사율 70~95%로 조사됨

8

주변 상승 수역의 생물상 변화

서빙태극기 영종도

- 수온이 높은 배수역과 그 1km 이내 정점에서는 수온 상승에 따른 생물상 변화가 발생
 - ❖ 동물 플랑크톤 현존량 감소
 - ❖ 해조류의 종 조성의 변화 및 소멸
 - ❖ 저서생물의 종 감소 및 다양성 저하
 - ❖ 어류의 교대현상(아열대성/난대성 어류) 발생

9

3. 개발 전 온배수의 관리



우리나라 관리제도의 문제점

온배수 관리

- 발전소 온배수에 대한 국가적 기준 및 관리시스템 부재
 - ❖ 『수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙』 제34조에서 「배출 허용기준」에 ‘배출수의 온도’를 40℃로 규정
⇒ 대규모로 배출되는 온배수에 대한 적용이 곤란
- 온배수 배출기준 및 관리규정 부재로 민원, 갈등관리 취약
 - ❖ 1980년 이후 원전 온배수 피해보상액은 약 1,100억원 [화력발전 포함 시 약 2,000억]에 달하나, 매년 피해보상 민원 및 소송이 지속적으로 발생 (해양수산부 해양정책국, 2007)

11

해외의 온배수 관리제도

온배수 관리

- 온배수를 오염물질로 규정.
관련규제의 강화 및 엄격한 발전소 온배수 배출기준 채택
 - ❖ 캐나다 : 「연방환경보호법」에서 오염물질의 개념을 ‘열, 방사능 또는 또다른 형태의 에너지’라고 규정
 - ❖ 미 국 : 「수질오염관리법」에 의한 규제와 주정부의 수질 표준에 의해 온배수 관리, 기준치 초과시 발전소 발전 중단
 - ❖ 일 본 : 「수질오탁 방지법」에서 열오염에 관한 내용을 규정하고 있으나 국가차원의 온배수 배출 규정 부재
발전소 건설 환경심사 시 취수구와 배수구의 수온차는 7-8℃ 사이로 규정
 - ❖ 미국환경청(EPA) ‘온대수역 온배수 배출수온 기준’
 - 주 평균수온 증가 연중 1.0℃ 이하
 - 여름철 해수 최고수온 27.8-29.4℃ 이내(순간 최고수온 30.6-32.2℃)

12

4 발전 온배수의 활용 사례



외국의 발전 온배수 활용

활용 사례

- **외국의 경우 발전 온배수 이용은**
1950년대부터 활용을 시작하여 1970년대 실용화
- **주로 수산업 분야에 발전 온배수를 이용하고 있으며, 프랑스와 독일 등 유럽에서는 농업분야 이용 사례가 증가하고 있음**
- **수산업 분야**
 - ❖ 양식어업에의 활용을 통한 경영비 절감 및 경제적 이익 실현
- **농업 분야**
 - ❖ 고온성 작물 재배에 온배수 이용 시 난방비 절약 등 경제적 이익

국외 - 수산업분야

활용사례

● 일본

- ❖ 1963년 전복, 치어의 시범사업 시행(센다이 화력발전소)
- ❖ 1974년 (재)온수양어개발협회가 도카이 발전소 온배수를 이용하여 돔, 보리새우, 전복 등을 시범적으로 양식한 것이 최초
- ❖ 최근 원자력발전소 7개소, 화력발전소 13개소에서 종묘 육성 및 치어 사육에 중점적으로 이용하고 있으며 해상 가두리 양식에도 적용

● 유럽

- ❖ 온배수 활용으로 어패류 성장 최적 온도 설정이 용이
→ 성장의 촉진, 산란기 조정 등의 효과로 양식업에 적극 활용
- ❖ 프랑스, 영국, 벨기에 등에서는 민간기업, NGO단체를 중심으로 온배수를 이용한 양식업의 상업화

15

국외 - 농업분야

활용사례

● 일본

- ❖ 온배수의 주 이용부분은 어업이지만 발전 온배수를 히트 펌프로 회수하여 시설 농업의 난방 열원으로도 이용함
- ❖ 작목으로는 화훼류, 관엽식물류, 과채류, 엽채류, 근채류 등 다양

● 유럽(프랑스)

- ❖ 유럽의 발전 냉각수는 발전소의 위치여건 상 하천수를 이용
- ❖ 발전 온배수의 바이오 관련 부분의 활용가치가 입증되면서 유럽 각 정부에서는 관련 분야 사업에 온배수 이용을 적극 권장

16

국외 - 기타분야

활용사례

- 도로의 해빙작업
- 건물의 난방
- 해수의 담수화
- 일본의 기타 분야 활용 사례
 - ❖ 도로 제설에 발전 온배수 이용(홋카이도 개발국)
 - ❖ 수영장 실내 난방에 온배수로부터 얻은 회수열 이용
 - ❖ 후로리 꽃 박물관 난방에 발전소 온배수를 시설 열원으로 공급

17

우리나라의 발전 온배수 활용

활용사례

- 주로 발전소 측의 대외 홍보용 및 지역 발전 기여 측면에서 수산부분에 활용
 - ❖ 최초 적용 : 1964년 감천화력 설치한 진주 조개 시범 양식장
- 수산업분야
 - ❖ 국내 양식어류는 대부분 온수성 어족으로 온배수 이용시 경제적인
 - ❖ 사업 주체 및 활용 분야 확대
 - : 정부 → 민간 및 지자체, 양식 → 수족관 및 바다목장
- 농업 분야
 - ❖ 시설원예농업의 난방용 활용방안에 대한 연구 활발
 - ❖ 경제성이 높지만 초기설치비의 부담으로 정부지원의 선행 필요

18

국내 - 수산업분야

활용사례

● 발전소 시행 시범사례

- ❖ 현재 영동화력, 하동화력, 영광원전, 월성원전, 고리원전 등에서 온배수를 이용하여 어류 종묘, 치어, 성어 등을 양식

구분	시기	장소	이용방법	비고
대동기	1964	감천화력	확산구역	진주조개 월동
	1983	영동화력	육상수조	넙치양식
	1984~1987	삼천포화력	확산구역	방어, 진주조개 월동 발전소 가동 중지시 폐사
확대기	1988~1990	보령화력	육상수조	어류, 꽃게, 전복 종묘 생산
	1990~1993	보령화력	육상수조	어류 종묘 생산
	1994~1997	영광원자력	육상수조	성어생산
		보령화력	육상수조	어류종묘 생산
	1998~2000	월성원자력	육상수조	종묘 생산, 성어 생산
성숙기	2003 ~	영동화력	육상수조	넙치, 해삼종묘 (민간업체)
	2004 ~	하동화력	육상수조	넙치, 감성돔, 돌돔 (민간업체)
	2004 ~	고리원전	해상제한지역	진주 양식(2007년 채취)
	2008 ~	영흥화력	육상수조	전복, 민어, 점농어 조피불락
	2010 ~	온배수를 활용한 수족관 개관, 온배수 활용 바다목장사업 선정		

19

국내 - 수산업분야

활용사례

● 민간 양식 사업 사례

민간 업체	이용 온배수	양식 종류	비고
금성수산 선일수산 보성수산	하동 화력발전소	넙치, 감성돔, 돌돔 등	발전소와 민간간 온배수 공급 협약 체결
SH수산 솔영어조합법인 동일수산 태평양수산	영동 화력발전소	해삼, 넙치 등	보상 차원이 아닌 양식 업자의 자발적 단지 형성 최근 '공급협약' 체결

● 지자체 주도 사례

- ❖ 경상북도

- 울진 원자력 발전소의 온배수를 활용하여 2010년 넙치 36톤, 전복 30톤 생산
- 경주시의 경우 월성 원자력발전소 인근 연안 수산활동 금지지역을 대상으로 발전소 온배수를 활용한 국내 최초 혼합형 연안 바다목장 조성

20

국외 - 농업분야, 기타분야

활용사례

● 농업분야 지자체 주도 사례

❖ 제주특별자치도 '발전소 온배수 이용 시설원에 시범단지'

- 2010년 7월 준공
- 국고 및 지방비 80%, 자부담 20% 투자(총 7억 5,000만원)
- 발전소 온배수의 농업분야 적용 최초 사례
- 기존 열풍난방 대비 80% 정도의 가온 비용 절감

❖ 제주시

- 제주 화력발전소 주변 상주농가와 화훼농가에 온배수를 이용한 난방 공급

● 기타분야 활용

❖ 제설작업에 온배수 활용 방안 강구(인천 서구)

21

5 발전소 온배수의 활용 추진전략



화력발전소의 온배수 관리 강화

추진 전략

- 충남 내 화력발전소는 일부를 제외하고 온배수 재활용량이 미미하여 이에 대한 개선 필요
- 충남 내 신규 설립 예정 발전소
 - ❖ 인허가 과정에서 「발전소 건설 및 운영관리 환경협정」 또는 「환경영향평가 협의」 내용에 발전소 온배수 활용에 대한 항목의 삽입이 필요
- 온배수의 활용과 더불어 취수·배수방식의 변환을 통한 해양 생태계 피해 감소 방안을 강구하도록 발전소에 대한 조치 필요

23

발전 온배수의 활용-수산업

추진 전략

- 수산업 부분 활용 장점
 - ❖ 기존 양식장 대비 생산비용 절감
 - ❖ 유류 사용 및 이산화 탄소 배출량 감소(저탄소 녹색성장)
 - ❖ 온배수의 양식장 재활용을 통한 폐자원(온배수) 활용 제고
 - ❖ 새로운 양식 생산기법 도입을 통한 새로운 고용 창출
 - ❖ 온배수 온도 저감을 통한 해양 환경에의 영향 최소화 기대

24

발전 온배수의 활용-수산업

추진 전략

● 수산업 부분 활용 제약요인

- ❖ 기술적 요인
 - 온배수의 수온 및 수질의 변화에 대한 제어가 어려움
 - 대형차량의 운행에 의한 스트레스로 양식 어류 성장 지연 우려
- ❖ 경제적 요인
 - 취수관 초기 설치 비용 부담 및 발전소 주변 지가 부담
 - 안전성에 대한 인식 문제로 낮은 출하가격 형성(원자력발전소)
- ❖ 제도적 요인
 - 대량 폐사 등의 예기치 못한 상황 발생시 발전소의 전적인 책임을 피하기 위한 법적 안전장치 마련
 - 향후 발전소 측의 안정적이고 협조적인 온배수 공급이 가능

25

발전 온배수의 활용-수산업

추진 전략

● 수산업 부분 활용 추진전략

- ❖ 온배수 공급자의 미래 위험 부담 최소화를 위한 제도 마련
- ❖ 기존 시설의 보수 및 개선을 통한 잠재적 효과 극대화 추진
- ❖ 시범 사업을 시행을 통한 온배수 활용 양식장의 경험 습득 추진
- ❖ 초기비용 부담 감소를 위한 재정적 지원책 마련
- ❖ 해역별 특성을 반영한 양식 클러스터 구축 방안 마련

26

발전 온배수의 활용-농업 및 기타

추진 전략

● 농업부분 활용

- ❖ 발전소 지역 주민과 지자체가 연계하여 온배수를 이용한 저탄소 친환경적 시설원에 시스템 개발 필요
- ❖ 시설농업 전환 농가에 대한 노하우 제공 방안 수립
- ❖ 초기 투자비용에 대한 정부, 지자체 및 발전소의 보조 필요

● 정부의 에너지 정책의 활용

- ❖ 정부의 에너지 정책사업의 활용을 통한 농어가의 자부담 비용 축소
- 농수산물부 「농어업에너지효율화사업」 및 「제3차 수산진흥종합 대책(2010-2014)」 활용

27

감사합니다

