

해양 심층수의 자원적 특성 및 다목적 이용

김현주·오병두·홍석원

한국해양연구원 해양개발시스템연구본부

Characteristics and Multipurpose Utilization of Deep Ocean Water Resource

Hyeon-Ju Kim, Byung-Doo Oh and Seok-Won Hong

Ocean Development System Laboratory, KRISO, KORDI

Key Word : Deep Ocean Water (해양심층수), Ocean resource (해양자원), Multipurpose development (다목적 개발), Cascade utilization (다단계 이용)

Abstract

The more the population grow, the severer the shortage of a basic human needs such as food, clean water, energy resources and so on. We had proved the possibility of utilizing deep ocean water as a environmental friendly resource to solve comprehensively above-mentioned problems for mankind based on observation and analysis of water quality.

This study aims to evaluate feasibility of deep ocean water application, and establish multipurpose development and cascade utilization system of deep ocean water in the coastal zone of East sea to promote ocean development and fisheries industries.

1. 서론

최근, 21세기 인류에게 닥칠 식량, 환경, 에너지 문제를 종합적으로 대응할 수 있는 재생순형 해양자원으로서 "해양심층수"가 주목받고 있다. 우리나라 동해도 이러한 유용자원이 부존되어 있는 것으로 판단되어, 개발이 기대되고 있다.

해양 심층수 자원의 효율적 개발 및 이용을 위해서는 자원적 특성을 명확히 하고, 이를 자원으로서 활용하기 위한 실용화 방향 및 방안을 신중하게 정립하여야 한다.

이로부터, 본 연구에서는 해양 심층수 자원의 기초조사를 통해 그 자원적 특성을 조사 및 분석하고, 다양한 목적으로 이용함으로써 새로운 청정 해양수산업 실현하기 위한 다목적 이용 방안을 제시하고자 하였다.

2. 해양 심층수의 자원적 특성

해양 심층수는 200m 이상의 심층에 존재하여 년중 안정된 저온을 유지하고 있으며, 유기물이 거의 없어 청정하며 무기 영양염이 풍부한 해수자원으로 알려져 있다. Fig. 1에서 볼 수 있듯이 우리나라 주변에서 수심 200m 이상의 해역은 동해에 국한되고 있다. 동해는 지형적으로 수심이 깊어서 비교적 해안에서 근거리에서 심층수가 존재하는 유리한 조건을 가지고 있으며, 해안으로부터 3km 내외에서 심층수의 획득이 가능한 곳도 다수이다. 특히, 강원도 북부 해역과 울릉도 주변 해역 등에 해안선으로부터 멀지 않은 곳에 수심 200m의 깊은 바다가 존재함을 알 수 있다.

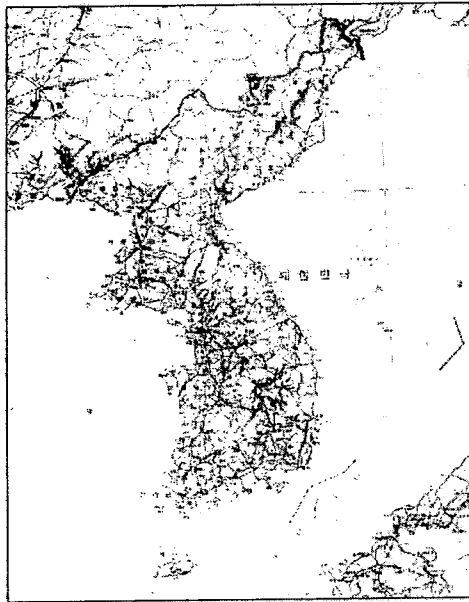


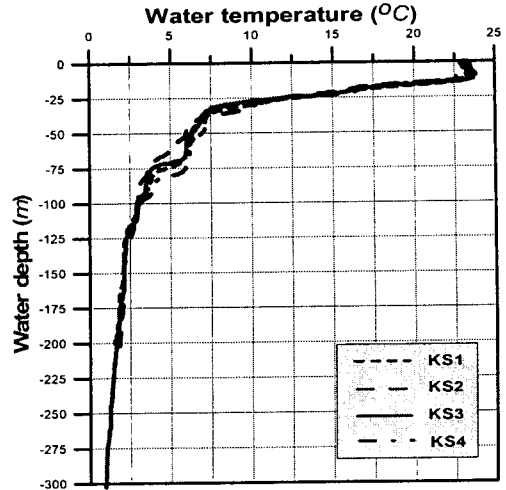
Fig. 1. Sea bottom topography around Korean peninsular

동해의 해수 특성에 관한 기존의 자료로는 1661년부터 1995년까지 국립수산진흥원에 의해 수집된 자료와 한국해양연구소에서 1994년부터 1997년까지 수집한 자료가 있으며(KORDI, 1998), 이에 따르면 강원 북부에서 하계 및 동계동안 수온 및 염분의 특성은 Fig. 2에 나타난 것과 같이 200m 이심에서는 년 중 2°C로 안정되어 있을 뿐 아니라 염분도 크게 변화하지 않는 안정적 특성을 가지고 있음을 볼 수 있다.

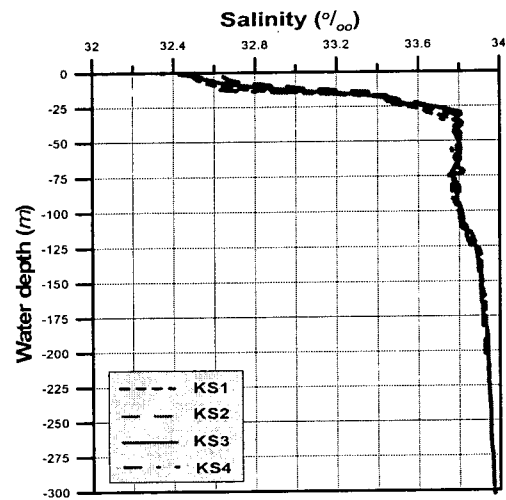
본 연구는 개발적지를 대상으로 하계 및 동계에 해양기초조사를 실시하였다. 현장조사는 ADCP, CTD 및 어군탐지기, 채수기 등을 이용하였고, 니스킨 샘플러와 연속 채수장치를 개발하여 다량으로 취수한 후 수질 및 방사능 분석을 실시하였다.

해양조사 결과를 외국의 사례와 비교하여 Table 1에 나타내었다. 표로부터, 동해의 심층수는 태평양 측에 비해 얇은 수심에서 저온의 심층수가 존재하고 있으며, 청정성과 부영양성도 뛰어난 것을 알 수 있다. 또한, 미네랄의 조성도 양호하며, 세균이나 대장균도 거의 없는 청정한 해수자원이었다.

따라서, 동해 심층수는 저온성, 청정성, 부영양성 등이 뛰어난 해수자원을 알 수 있다.



(a) Water temperature



(b) Salinity

Fig. 2. Vertical distribution of water temperature and salinity.

Table 1. General properties of deep seawater of East sea

구분	일본 고씨현 (심층수/표층수)	한국 동해안 적지 (심층수/표층수)
수온	8.1~9.8/16.1~24.9°C	1.52/23.10°C
pH	7.8~7.9/8.1~8.3	7.90/8.20
염분	34.3~34.4/33.7~34.8‰	33.94/32.5‰
DO	4.1~4.8/6.4~9.5mg/l	9.13/8.9mg/l
질산염	12.1~26.0/0.0~5.4 μM	4.5~13.3/0.1~1.4 μM
인산염	1.1~2.0/0.0~0.5 μM	2.5~4.3/ND~0.7 μM
규산염	33.9~56.8/1.6~10.1 μM	72.1~84.7/15.3~16.7 μM
비고	취수수심 320m	하계, 취수수심 200m

3. 해양 심층수 자원의 다목적 활용

동해 심층수는 Table 1에 나타난 것과 같이 저온성, 청정성, 부영양성, 안정성 등의 자원적 특성을 가지며, 이들 특성을 산업활동에 활용하기 위한 분야를 각 자원성에 대해 정리하여 Table 2에 예시하여 보았다. 여기서는 동해 심층수를 기존의 산업과 연계하여, 식량과 관련한 수산 생산 및 가공, 그리고 담수화 분야, 에너지와 관련한 냉방, 냉장, 냉동 분야, 자원과 관련한 소금, 희소금속, 에너지원 등의 유용물질 추출 분야 등에서 활용할 수 있을 것이다.

Table 2. Application of deep ocean water for various industrial fields

구분	활용 분야
저온성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 치자어(패)류의 생산률 향상 ■ 고수온에 의한 질병 및 사망 방지 ■ 한수성 어패류의 종묘 생산 및 양식 ■ 냉방, 냉장, 냉동을 위한 에너지 활용
청정성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 청정한 양질의 사육수 확보 ■ 하계 축양수 활용
부영양성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 식물성 및 동물성 플랑크톤 배양 ■ 해조류 배양 및 이를 이용한 복합양식 ■ 해역 기초생산량 증대
숙성성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 식품첨가제로 활용 ■ 화장수 및 화장품 등의 개발에 활용
안정성	<ul style="list-style-type: none"> ■ 유용물질(희소금속 및 에너지원) 추출 ■ 기능성 음용수 또는 음료수 제조 ■ 의료 또는 약용수로 활용

동해 심층수의 다목적 이용시스템은 취수원의 수량 및 사용하는 흐름에 따라 단단계 및 다단계 이용으로 구별할 수 있을 것이고, 단단계 이용도 단순히 일방향으로 진행되는 단순형과 상호 연계 및 분기되는 복합이용형으로 구분될 수 있을 것이다. 이를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 다목적 단단계 이용시스템 모델
- (2) 다목적 다단계 이용시스템 모델
- (3) 복합이용 다목적 다단계 이용시스템 모델

본 연구에서 개발 대상으로 하고 있는 복합이용 다목적 다단계 이용시스템을 Fig. 3에 예시하였다. 이는 해양 심층수 자원을 개발대상 지역산업 및 환경을 고려하여 구성한 것이다.

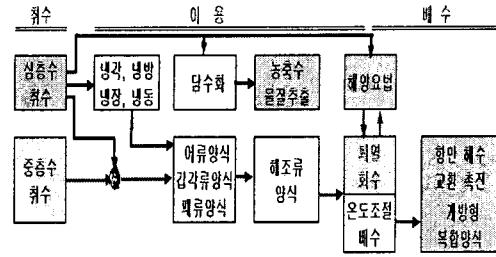


Fig. 3. Flow of cascade utilization system of deep ocean water.



Fig. 4. Conceptual procedure of cascade utilization system of deep ocean water.

한편, 육상에서 이용하고 배수하는 해양 심층수에는 잔여 영양염이 남아 있으며, 이를 위치 에너지를 활용하여 해역에 방류함으로써 기초생산의 향상과 해수교환(혼합)을 촉진시킬 수 있다. 이를 이용하여 배수 대상 주변해역의 환경 개선이나 개방형 증·양식시스템을 조성할 수 있을 것이다. 후자의 경우, 육상과 해상에서 생산 및 중간육성된 종묘를 해조장 및 보호육성장에 방류하고, 수면을 보호한다. 성육장과 양식장에서 육성된 방류 어패류와 유도장을 통해 대상해역에 가입된 자원은 어획장에서 어획하는 자원 관리시스템을 구축한다.

4. 결론

해양 심층수는 식량, 물과 에너지의 부족, 환경 문제 등으로 시달리게 될 21세기 인류를 위한 구원적 해수자원으로서 가치가 매우 높은 해양자원이다. 해양 심층수는 저온성을 활용한 냉방, 냉장, 냉동, 청정성을 이용한 활어 수산물의 전략적 유통기반 조성 및 기능성 식수 및 식품제조, 부영양성과 위치에너지를 활용한 어항 및 연안 환경개선과 연안 생산성 향상 등을 통하여 어촌의 환경개선과 소득증대를 통한 활성화에 효율적으로 기여할 수 있을 것이다.

이를 효율적으로 활용하기 위한 개발 및 이용방향의 정립을 위하여 해양 심층수의 자원적 특성을 정리하고, 이를 효율적으로 이용하기 위한 활용방안을 산업분야 및 취수규모별로 정리하였다. 또한, 해양 심층수 자원을 효율적으로 활용하기 위한 다목적 개발 및 다단계 이용 시스템을 정립하였다.

본 해양 심층수의 다목적 개발 및 다단계 이용은 순환재생형 해양자원을 활용한 해양 신산업의 창출과 지역 활성화에 효과적으로 이용될 수 있을 것이다.

사 사

본 연구는 해양수산부가 시행하고 있는 “해양 심층수의 다목적 개발” 연구결과의 일부이다.

참고문헌

- [1] 김현주 등 (2000): 동해 심층수의 다목적 개발 기획연구. 해양수산부, p.77.
- [2] 김현주, 김종만 (2000): 해양 심층수를 활용한 어촌개발 및 활성화 방안. 어항지 제52호, 54-62.
- [3] 김남철 (2000): 동해 심층수의 개발계획 및 추진현황. 해양수산부, 제1회 동해 심층수 개발이용심포지움 요지집, 7~11.
- [4] 김현주 (2000): 동해 심층수의 다목적 개발 구상. 해양수산부, 제1회 동해 심층수개발 이용심포지움 요지집, 12~18.
- [5] 김현주 (2000): 동해 심층수의 특성 및 취수 기술. 제1회 동해 심층수개발이용심포지움 요지집, 19~26.
- [6] 김종만 (2000): 동해 심층수의 이용(I): 수산분야. 제1회 동해 심층수개발이용심포지움 요지집, 27~31.
- [7] 박성제, 박상진 (2000): 동해 심층수의 이용(II): 산업분야. 제1회 동해 심층수개발이용심포지움 요지집, 32~46.
- [8] 김병기 (2000): 동해 심층수의 배수 및 재활용기술. 제1회 동해 심층수개발이용심포지움 요지집, 47~61.
- [9] 김수관 (2000): 동해 심층수 개발의 경제성. 제1회 동해 심층수개발이용심포지움 요지집, 62~69.
- [10] 윤성도 (2000): 해양산업의 신세대를 열어줄 동해안 심층수. 우리바다, 제38권382호, 44-51.