

[21~25] 다음 글을 몰입해서 읽고 기억하시오.

최근 인구 증가와 기후변화로 전 세계적인 물 부족 현상이 발생하고 있다. 지구상에 존재하는 물의 대부분은 해수이며 염분이 없는 물인 담수는 전체의 약 2.5%이다. 담수 중에서도 빙하, 지하수 등을 제외하면 인간이 손쉽게 활용할 수 있는 것은 물의 총량 중 극히 일부에 지나지 않는다. 따라서 해수를 담수로 ㉓ 만드는 여러 가지 기술이 연구되어 왔다.

1세대 해수 담수화 기술로는 다단 증발법이 있다. 이는 물의 상변화\* 원리를 활용한 것으로, 가열된 해수를 수증기로 변화시켜 응축함으로써 담수를 얻는 방법이다. 일반적으로 다단 증발법을 적용한 해수 담수화 설비는 해수 가열기, 진공 유지 장치, 직렬로 연결된 여러 개의 증발기 등으로 구성된다. 해수는 증발기 내부의 냉각관을 통과하여 해수 가열기 내부로 이동한다. 해수 가열기는 고온의 증기로 해수의 온도를 해수의 끓는점인 110°C 이상까지 높이는 역할을 하며, 가열된 해수는 앞서 통과한 증발기들의 하부를 역순으로 통과한다. 이때 증발기들의 내부는 진공 유지 장치에 의해 대기압보다 훨씬 낮은 압력을 유지하고 있다. 해수의 끓는점은 대기압이 낮아수록 낮아지기 때문에 증발기로 진입한 해수는 순간적으로 끓어올라 수증기로 바뀌게 된다. 생성된 수증기에 포함된 미량의 해수는 필터를 통과하며 제거되어 순수한 수증기가 되고 설비 밖으로 빠져나간다. 순수한 수증기는 증발기 상부의 냉각관과 만나서 응축되어 담수가 된다. 해수는 증발기들을 거칠수록 염분 농도는 높아지고 온도는 계속 낮아진다. 하지만 증발기들의 내부 압력 또한 설비 끝으로 갈수록 더 낮아지기 때문에 마지막 증발기까지 담수가 계속 생성된다. 다단 증발법은 해수를 끓여 수증기만 얻는 방식이므로 해수의 수질 조건에 큰 영향을 받지 않으며 담수를 대량으로 생산할 수 있다는 장점이 있지만, 에너지 소비량이 매우 많다는 단점이 있다.

2세대 해수 담수화 기술인 역삼투법은 다단 증발법의 대안으로 제시된 기술로, 반투막을 이용하여 해수에서 담수를 얻는 방법이다. 같은 양의 담수와 해수 사이에 물 분자만 통과할 수 있는 반투막을 설치하면 염도가 낮은 담수에서 염도가 높은 해수 방향으로 물 분자가 옮겨 가는 삼투 현상이 일어나며, 이때 담수에 작용하는 힘을 삼투압이라고 한다. 위와 같은 조건에서 압력 펌프를 사용하여 삼투압보다 더 큰 압력을 해수에 가하면 오히려 반대로 해수에 있는 물 분자가 반투막을 거쳐 담수 방향으로 이동하며 담수가 생성되는데, 이를 역삼투법이라고 한다. 역삼투법은 반투막의 오염 정도가 심해짐에 따라 담수 생성 효율이 저하되므로 반투막과 맞는 해수의 수질 조건이 매우 중요하다. 따라서 해수에 섞인 이물질을 제거하는 전처리 과정이 필수적이라고 할 수 있다. 역삼투법은 다단 증발법에 비해 담수 생성 효율은 높고 에너지 소비량은 적지만, 삼투압보다 높은 압력을 얻기 위해 여전히 에너지를 많이 소비한다는 문제가 있다.

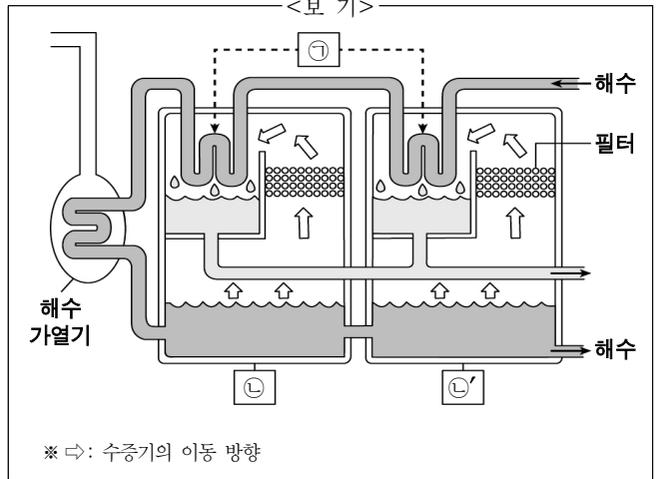
해수 담수화 기술은 에너지 소모량이 적은 방식으로 발전해 왔으며, 에너지원 확보가 어려운 지역을 위한 해수 담수화 설비에 대한 요구도 점차 커지고 있다. 이를 위해 세계 각국에서도 많은 연구 비용을 투자하여 신재생 에너지를 활용한 차세대 해수 담수화 기술을 상용화하기 위해 노력하고 있다.

\* 상변화: 물질이 온도와 압력에 따라 기체, 액체, 고체로 변하는 현상

21. 윗글을 통해 답을 찾을 수 없는 질문은?

- ① 다단 증발법의 장점은 무엇인가?
- ② 물 부족 현상의 원인은 무엇인가?
- ③ 해수 담수화 기술은 어떤 방식으로 발전해 왔는가?
- ④ 해수 속 이물질을 제거하는 과정은 어떻게 이루어지는가?
- ⑤ 인간이 쉽게 활용할 수 없는 물은 어떤 상태로 존재하는가?

22. <보기>는 다단 증발법을 적용한 설비의 구조이다. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?



- ① 해수의 염분 농도는 ㉑보다 ㉒'에서 더 높다.
- ② ㉑과 ㉒'에서 생성된 담수는 설비 밖으로 빠져나온다.
- ③ 해수 가열기에서 온도가 끓는점보다 더 높아진 해수는 ㉑으로 이동한다.
- ④ ㉑과 ㉒'에서 생성된 수증기는 필터에 의해 해수가 제거된 상태로 ㉑과 만나 응축된다.
- ⑤ 내부 압력이 같은 ㉑과 ㉒'은 대기압보다 낮은 내부 압력을 유지하고 있으므로 해수를 순간적으로 끓어오르게 한다.

23. 역삼투법에 대한 설명으로 적절하지 않은 것은?

- ① 다단 증발법보다 담수 생성 효율이 높은 기술이다.
- ② 에너지 소비 측면에서 다단 증발법보다 더 발전된 기술이다.
- ③ 다단 증발법보다 전처리 과정이 더 중요한 역할을 하는 기술이다.
- ④ 삼투압보다 더 큰 압력을 해수에 가하여 담수를 생성하는 기술이다.
- ⑤ 염분만 통과할 수 있는 반투막의 성질을 이용하여 해수에서 담수를 분리하는 기술이다.

24. 윗글을 참고하여 <보기>의 ㉔를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

<보 기>

㉔ ‘막 증류법’의 대표적인 방식은 고온의 해수와 저온의 담수 사이에 소수성\*을 띤 다공성\* 막을 설치하여 온도 차이에 의해 해수에서 증발된 수증기만 막을 통과하도록 해 담수를 얻는 것이다. 이 방식은 해수의 온도를 50~70℃로 높이는 것을 제외하면 압력 등 다른 요소를 변화시키지 않아도 되기에 1, 2세대 해수 담수화 기술에 비해 에너지 소비량이 적어 소규모의 신재생 에너지 설비로도 담수를 생산할 수 있다. 하지만 막이 물과 맞닿기 때문에 막이 오염되지 않도록 관리하는 것이 중요하다.

\* 소수성: 물과 친화력이 적은 성질  
\* 다공성: 물질의 내부나 표면에 작은 구멍이 많이 있는 성질

- ① 압력을 변화시키지 않아도 된다는 점에서 다단 증발법과 유사하군.
- ② 역삼투법과 달리 물의 상변화를 이용하여 담수를 생성하고 있군.
- ③ 막의 오염을 관리하는 것이 매우 중요하다는 점에서 역삼투법과 유사하군.
- ④ 다단 증발법과 달리 해수의 온도를 끓는점 이상까지 높이지 않아도 되겠군.
- ⑤ 다단 증발법과 역삼투법에 비해 에너지원 확보가 어려운 지역에 설치하기 유리하겠군.

순위	문항번호	오답률	배점	정답	선택지별 비율				
					①	②	③	④	⑤
1	22	74.7	2	5	21.1	18.9	17.5	17.2	25.3
2	20	69.5	3	1	30.5	20.2	19.5	13.9	15.9
3	43	66.6	2	4	8.2	12.1	16.3	33.4	30.0
4	5	58.2	2	2	1.9	41.8	2.0	4.8	49.5
5	42	57.1	3	2	6.3	42.9	10.1	32.8	7.8
6	34	55.5	3	4	4.5	11.7	34.0	44.5	5.4
7	12	53.6	3	4	3.2	10.4	8.7	46.4	31.3
8	21	51.2	2	4	1.6	22.1	5.4	48.8	22.2
9	29	50.3	3	5	8.4	9.2	12.9	19.8	49.7
10	24	50.2	3	1	49.8	22.3	10.5	10.4	7.1
11	6	47.6	3	5	16.6	8.1	1.6	21.2	52.4
12	1	47.4	2	3	4.9	2.7	52.6	35.5	4.2
13	26	45.1	2	1	54.9	6.7	16.1	12.3	10.0
14	14	43.6	2	1	56.4	21.3	4.7	6.7	10.9
15	40	43.2	2	1	56.8	7.7	13.2	10.9	11.4

25. 문맥상 의미가 ㉔와 가장 가까운 것은?

- ① 새 학년을 맞아 동아리를 만들었다.
- ② 경기 규칙을 새롭게 만드는 일은 어렵다.
- ③ 시를 소설로 만드는 과정은 매우 흥미롭다.
- ④ 생일 선물로 친구에게 줄 케이크를 만드는 중이다.
- ⑤ 송진을 채취하기 위해 소나무에 칼로 홈집을 만들었다.

1	③	2	③	3	⑤	4	③	5	②
6	⑤	7	④	8	③	9	⑤	10	②
11	①	12	④	13	⑤	14	①	15	⑤
16	④	17	④	18	①	19	⑤	20	①
21	④	22	⑤	23	⑤	24	①	25	③
26	①	27	④	28	②	29	⑤	30	③
31	①	32	①	33	②	34	④	35	③
36	②	37	⑤	38	③	39	④	40	①
41	②	42	②	43	④	44	④	45	③

정답