

# 지하초염수에 의한 소금생산방법의 경제적효과성

김룡홍, 장서익, 리룡길

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《소금생산을 늘이는데는 소금밭을 늘이는것보다 정보당 소금생산량을 늘이는것이 더 좋습니다. 소금생산에서는 소금밭을 늘이지 않고 소금생산기술과 방법을 현대화하여 정보당 소금생산량을 늘이는것이 기본입니다.》(《김일성전집》 제88권 59페이지)

지금 세계적으로 소금은 돌소금과 염호수의 물 그리고 바다물로부터 생산하고있는데 우리 나라에서는 바다물에 의한 천일제염법으로 소금을 생산하고있다. 최근 일부 나라들에서는 지하초염수자원을 소금생산에 리용하여 많은 경제적리득을 얻고있다.[2]

우리는 5°Be'의 지하초염수에 의한 소금생산방법을 ○제염소에 도입하여 그것의 경제적효과성에 대하여 평가하였다.

## 1. 소금생산공정에서의 효과성

일반적으로 제염소들에서 소금생산은 원료바다물의 예비농축과 소금밭에서의 농축공정으로 이루어진다.[1]

소금밭은 크게 농축지와 결정석출지로 나누는데 농축지를 증발지라고 하고 결정석출

지를 결정지라고 한다. 증발지는 예비증발지와 제1증발지, 제2증발지로 나누는데 제1증발지는 6개의 단으로, 제2증발지는 4개의 단으로 되어있다. 결정지는 제1차결정지와 제2차결정지로 나누는데 일반적으로 4개(또는 6, 8개)의 단으로 되어있으며 면적비는 3 : 1이다.

○제염소의 소금밭은 5정보를 단위로 그 안에 증발지와 결정지가 있는데 그것들의 면적과 면적비율은 표 1과 같다.

표 1로부터 알수 있는바와 같이 소금밭에서 제1증발지, 제2증발지, 결정지의 면적비는 약 7 : 2 : 1이며 예비증발지의 면적은 해당 소금밭면적의 40% 정도이다.

소금생산공정을 보면 먼저 저류지에 저장되었던 2~2.5°Be'의 바다물은 예비증발지에서 4~5°Be'까지 예비농축된 다음 제1증발지 1단에 공급

표 1. 5정보의 소금밭에서 증발지와 결정지의 면적과 면적비율

내부요소구분	단구분	면적/m <sup>2</sup>	비율/%
예비증발지		20 000	40
	1단	7 510	15.02
	2단	6 920	13.84
	3단	5 925	11.85
제1증발지	4단	5 485	10.97
	5단	4 825	9.65
	6단	4 160	8.32
	계	34 825	69.65
제2증발지	1단	3 290	6.58
	2단	2 685	5.37
	3단	2 140	4.28
	4단	1 630	3.26
	계	9 745	19.49
결정지		5 430	10.86
총계		50 000	100

된다. 그리고 제1증발지의 마지막 단인 6단에서 짬물은 농축비가 3정도에 이를 때까지 농축되어  $12\sim 15^{\circ}\text{Be}'$ 의 짬물로 된다. 이 짬물이 제2증발지 1단에 들어가며 제2증발지의 마지막 단인 4단에서 짬물은 농축비가 7.6~8정도에 이를 때까지 농축되어  $24\sim 25^{\circ}\text{Be}'$ 의 짬물로 된다. 포화용액상태인 이 짬물은 결정지에 공급된다.

결정지에서의 포화짬물로부터 소금결정을 석출시키는 공정은 소금의 질을 높이기 위하여 두 단계로 나누어 진행한다. 제1차결정화단계( $28.5\sim 29^{\circ}\text{Be}'$ )에서는 포화짬물속에 들어있는 NaCl량의 약 78.9%정도가 결정으로 석출되며 제2차결정화단계( $32^{\circ}\text{Be}'$ )에서는 제1차결정화단계에서 석출되지 못한 나머지 NaCl이 결정으로 석출된다.

$5^{\circ}\text{Be}'$ 의 지하초염수를 리용하는 소금생산공정에서는 일반소금생산공정에서의 예비농축공정을 거치지 않으므로 해당 소금발면적의 40%를 차지하는 예비증발지가 필요없다.

## 2. 소금생산일수에서의 효과성

○제염소지구에서 소금생산시기 월평균증발량과 월평균증발속도 그리고 그것에 따르는 제1증발지 1단에서  $2^{\circ}\text{Be}'$ 의 원료바다물을  $5^{\circ}\text{Be}'$ 로 농축하는데 걸리는 농축기일은 표 2와 같다.(농축비  $N=2.5$ )

표 2. ○제염소지구에서 월평균증발량, 월평균증발속도와 농축기일

구분	월								년
	3	4	5	6	7	8	9	10	
증발량/mm	96.1	138.0	182.0	168.9	124.0	136.4	120.0	111.6	1 077.0
증발속도/(mm·d <sup>-1</sup> )	3.1	4.6	5.9	5.6	4.0	4.4	4.0	3.6	4.4
농축기일/d	7.6	5.1	3.8	4.2	5.7	5.0	5.7	6.6	5.0

표 2에서 보는바와 같이 ○제염소에서  $2^{\circ}\text{Be}'$ 의 바다물을  $5^{\circ}\text{Be}'$ 로 농축하는데 걸리는 농축기일은 평균 5일이다. 그러나 지하초염수를 리용한 소금생산공정에서는  $5^{\circ}\text{Be}'$ 의 초염수를 리용하므로 바다물을 리용한 소금생산공정에서의 5일간의 농축기일이 필요없다.

또한 장마철에는 원료바다물의 농도가 거의  $0.5\sim 1^{\circ}\text{Be}'$ 로 내려가기때문에 장마철이후 일정한 기간 소금생산주기가 더 길어진다. 그러나 지하초염수의 농도는 장마철에도 변하지 않으므로 장마철이후의 소금생산주기를 5일간 단축할수 있다.

이와 같이 지하초염수를 리용하여 소금을 생산할 때에는 바다물을 리용할 때보다 기상기후조건의 영향을 훨씬 적게 받는다. 또한 소금밭에서 연간소금생산일수는 비가 내린 총일수에 관계되는데 지하초염수에 의한 소금생산방법을 도입하면 소금생산주기를 5일 단축하기때문에 연간소금생산일수를 종전의 60일로부터 100일로 늘이는것으로 된다.(표 3)

표 3.  $5^{\circ}\text{Be}'$ 의 지하초염수에 의한 소금생산주기와 연간소금생산일수

원료	결정지공판염도/ $^{\circ}\text{Be}'$	첫 소금생산주기/d	소금생산증가날자/d		연간소금 생산일수/d
			1회	년간	
바다물	14.3	15	—	—	60
지하초염수	26.9	10	5	40	100

## 3. 정보당 소금생산량에서의 효과성

소금밭에서 바다물( $2^{\circ}\text{Be}'$ )과 지하초염수( $5^{\circ}\text{Be}'$ )의 농축변화특성은 표 4와 같다.

표 4. 원료의 염도에 따른 짚물의 농축변화특성

원료의 염도 $^{\circ}\text{Be}'$	1중발지에서 농도/ $^{\circ}\text{Be}'$						2중발지에서 농도/ $^{\circ}\text{Be}'$				결정지에서 농도/ $^{\circ}\text{Be}'$
	1단	2단	3단	4단	5단	6단	1단	2단	3단	4단	
2.0	2.7	3.0	3.7	4.4	5.3	6.3	7.5	8.8	10.4	12.3	14.3
5.0	5.4	6.3	7.4	8.9	10.6	12.7	15.3	18.7	21.8	24.9	26.9

지하초염수를 리용하여 결정지에 약  $25^{\circ}\text{Be}'$ 의 짚물이 보장된 결과 같은 면적의 결정지에서 1일 소금생산량은 바다물을 리용할 때의 3.64t으로부터 9.28t으로 늘어나 정보당 소금생산량을 늘일수 있다. 그런데 현재 소금생산에서 제기되고있는 이러저러한 요인(날씨, 전기, 로력 등)으로 하여 거둬들이 평균 60%정도인것을 고려하면 연간소금생산량은 1 113.1t 정도이다.(표 5)

표 5. 소금생산량에 대한 계산값과 실측값의 비교

원료의 염도 $^{\circ}\text{Be}'$	1일 판당생산량/t		연간 판당생산량/t		연간 정보당생산량/t		연간 총소금생산량/t	
	계산	실측	계산	실측	계산	실측	계산	실측
2.0	6.07	3.64	364.2	218.5	72.8	43.7	728.4	437.0
5.0	15.46	9.28	927.6	556.6	185.5	111.3	1 855.2	1 113.1

○제염소지구에 매장되어있는  $5^{\circ}\text{Be}'$ 의 지하초염수를 소금생산에 리용하면 정보당 소금생산량을 늘이고 생산주기를 줄임으로써 현존조건에서 정보당 100t이상의 소금을 생산하여 1개 작업반에서 연간 1 113.1t의 소금을 생산할수 있다. 즉 종전보다 소금생산량을 2.5배로 늘일수 있다.

이와 같이 지하초염수에 의한 소금생산방법은 염함량이 낮은 바다물에 의한 소금생산방법의 약점을 극복한 제염방식으로서 경제적으로 매우 유익한 선진적인 소금생산방법이다.

## 맺 는 말

지하초염수에 의한 소금생산방법을 도입하면 우선 소금생산공정에서 예비농축공정을 없애고 소금발면적(예비중발지)을 줄일수 있으며 소금생산공정에서 짚물농축기일을 줄이고 연간소금생산일수를 늘일수 있으므로 정보당 소금생산량을 2배이상 늘일수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김기만 등; 화학공업편람 4 (소금공업), 공업출판사, 102~133, 1986.  
[2] 朱义年; 地下水地球化学模拟的原理及应用, 中国地质大学出版社, 5~38, 2005.

주제103(2014)년 3월 5일 원고접수

## **Economic Effectiveness of the Method to Produce Salt using the Underground Brine**

*Kim Ryong Hung, Jang So Ik and Ri Ryong Gil*

We described the economic effectiveness corroborated by applying the method to produce salt using the underground brine, 5°Be' of density, to “○” Saltworks.

Applying the method to produce salt using the underground brine, we can greatly reduce the preliminary concentrating process, area of the evaporating pond, cycle time of salt production and increase the quantity of salt production two times per Jongbo.

Key words: underground brine, salt