

물경도시험종이제조에 대한 연구

장은정, 김호정

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학연구기관들과 교육기관들에서 현대적인 검사기술수단, 계량계측수단들을 연구 개발하기 위한 사업을 추진하면서 다른 나라들과의 교류와 협조를 통하여 발전된 검사수단들을 적극 받아들이도록 하여야 합니다.》

수질평가에서 중요지표의 하나인 물경도를 신속정확히 측정하는것은 방직, 화학, 야금, 제약공업 등 인민경제 여러 부문의 공장, 기업소들에서 공업용수의 질을 제때에 평가하여 생산물의 질을 높이며 음료수의 질을 평가하는데서 중요한 의의를 가진다.[1]

지난 시기 물경도측정에는 적정법, 비색법, 이온크로마토그래프법[2, 3, 5] 등이 리용되어왔는데 이 방법들은 정확도가 높지만 설비와 시약, 시간소비의 측면에서 볼 때 생산현장에서의 신속한 검사에는 적합치 않다.

현재 여러 금속 및 음이온농도를 신속히 검사할수 있는 시험종이들뿐아니라 효소나 면역기능 등을 리용한 시험종이들에 대한 연구도 적극 진행되고있으며 실지 현장에서 효과적으로 리용할수 있는 시험종이제품들이 많이 개발되고있다.[4]

우리는 생산현장에서 물의 총경도를 신속히 측정할수 있는 물경도시험종이를 개발하기 위하여 그 제조조건과 특성을 연구하였다.

실험 방법

시약으로는 CaCl_2 (분석순), $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (분석순), 붕사(분석순), 에리오크롬흑T(NaCl 과 1 : 100의 질량비로 섞은것), 알리자린황R(3% 에타놀용액), Na_2S (분석순), 디에틸디티오카르바민산나트륨(DDTC, 분석순), 에타놀(95%이상), 크로마토그래프용려과종을 리용하였다.

물경도시험종이는 다음과 같은 방법으로 제조하였다.

10g/L 붕사용액, 3% 알리자린황R+에타놀혼합용액 100mL에 에리오크롬흑T 0.8g을 풀고 거기에 일정한 크기로 잘라낸 크로마토그래프용려과종을 방온도에서 5min동안 잠그어 침지시킨 다음 꺼내어 80°C에서 건조시켰다. 비색계렬을 만들기 위하여 각이한 농도를 가진 Ca표준용액을 만들고 거기에 위에서 제조한 물경도시험종이를 5min동안 잠그었다가 꺼내어 각이한 색을 가진 색표를 만들었다.

물의 총경도는 다음과 같이 측정하였다. 제조한 물경도시험종이를 물속에 1min동안 잠그었다가 꺼내어 30s내에 이미 만든 색표와 비교하여 경도를 결정하였다.

실험결과 및 고찰

시험종이에 의한 물경도측정원리 시험종이에는 붕사, 에리오크롬흑T, 알리자린황R가 침지되어있는데 붕사는 용액속에서 pH를 10정도로 유지해주는 역할을 한다. Ca^{2+} , Mg^{2+} 이 들어있는 시료용액속에 시험종이를 잠그면 효알카리금속이온들이 에리오크롬흑T와 반응하여 색을 띠는 착화합물을 만들며 이때 색도는 금속이온의 농도에 따라 달라진다. 알리자

린황R는 반응에는 참가하지 않지만 금속이온농도에 따라 달라지는 착화합물의 색과 혼합되어 서로 각이한 색을 나타내도록 하는 작용을 한다. 시험종이에 나타나는 각이한 색을 보고 Ca^{2+} , Mg^{2+} 의 농도범위를 결정한다.

시험종이제조조건 표준비색계렬의 색변화가 육안으로 뚜렷이 구별될 때를 기준으로 하여 봉사와 에리오크롬흑T, 알리자린황R의 농도, 침지시간, 발색시간을 고찰하였다.(표 1)

표 1. 물경도시험종이제조조건

구분	검토구간	최적조건
봉사의 농도/(g·L ⁻¹)	2~20	10
에리오크롬흑T의 농도/(g·L ⁻¹)	0.1~1.5	0.8
알리자린황R의 농도/(g·L ⁻¹)	1~10	3
침지시간/min	1~30	5
발색시간/min	0.5~5	1

최적조건에서 제조한 표준비색계렬의 색변화특성은 표 2와 같다.

표 2. 최적조건에서 제조한 표준비색계렬의 색변화특성

Ca^{2+} 표준용액의 농도/(mg·L ⁻¹)	표준비색계렬의 색
0	물색
50	검은 물색
120	밤색
250	붉은 밤색
400	감색

방해성분영향 콤플렉손적정법에 의한 물경도측정에서는 Zn(II), Pb(II), Fe(III), Al(III), Ni(II), Mn(II), Cu(II), Co(II), Cd(II), Hg(II) 등 금속이온들의 방해작용이 나타난다. 방해성분의 영향을 제거하기 위하여 Na_2S 와 DDTC를 억제제로 리용하였다. 시험종이로 물시료를 측정하기 전에 10g/L Na_2S (또는 DDTC)용액으로 침지시켜 말리운 1cm×1cm의 크로마토그래프용리과종이조각을 먼저 시료용액에 잠그어 방해성분들을 억제시켰다. 여러가지 대상시료를 가지고 검토한 결과 이 크로마토그래프용리과종이조각으로 검사용액 10mL속에 있는 방해성분들의 영향을 충분히 없앨수 있었다.

물경도시험종이의 보관안정성 충분히 말리운 시험종이를 비닐봉지에 넣고 밀봉하여 6개월간 빛을 받지 않게 보관하였다가 꺼내어 표준시료를 가지고 분석한 결과 비색계렬의 색과 색도가 그대로 재현되었다. 따라서 물경도시험종이는 빛을 받지 않는 조건에서 6개월동안 안정하게 리용할수 있다는것을 알수 있다.

대상물분석 제조한 물경도시험종이를 리용하여 몇가지 대상물분석을 진행하고 그 결과를 콤플렉손적정법으로 얻은 결과와 비교하였다.(표 3)

표 3. 대상물분석결과

No.	대상물시료	총경도/(mg·L ⁻¹)	
		물경도시험종이	콤플렉손적정법
1	수도물1	50~120	72.6±0.4
2	수도물2	50~120	74.5±0.5
3	샘물1	50	50.2±0.3
4	샘물2	50	59.2±0.3
5	강물	120~250	164±4
6	약수	250~400	367±5

표 3에서 알수 있는바와 같이 물경도시험종이로 결정한 총경도범위는 콤플렉손적정법으로 얻은 결과와 잘 일치한다. 이로부터 제조한 물경도시험종이를 현장에서의 물경도검사와 흙알카리금속의 반정량에 리용할수 있다는것을 알수 있다.

맺 는 말

생산현장에서의 물경도검사와 흙알카리금속의 반정량에 리용할수 있는 물경도시험종이의 제조조건과 그 특성을 연구하였다. 실제시료분석을 통하여 제조한 시험종이에 의한 분석방법의 효과성을 확증하였다.

참 고 문 헌

- [1] 권룡운 등; 수질분석, 고등교육도서출판사, 180~183, 주체103(2014).
- [2] 박영길 등; 분석, 3, 38, 주체101(2012).
- [3] L. F. Capitán-Vallvey et al.; Analytica Chimica Acta, 481, 139, 2003.
- [4] Hongwei Zhou et al.; Analytical Science, 31, 1285, 2015.
- [5] 许文洲 等; CN 105067611 A, 2015.

주체109(2020)년 1월 5일 원고접수

On the Manufacture of Water Hardness Test Paper

Jang Un Jong, Kim Ho Jong

We studied the manufacture conditions and characteristics of the test paper for in-situ testing water hardness and semiquantitative analyzing alkaline-earth metals. By analyzing real samples, we verified the effectiveness of analytical method by manufactured test paper.

Keywords: water hardness, alkaline-earth metal, test paper