

고령토를 리용하는 완효성린비료의 제조

주윤희, 박광호

경애하는 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《농사에서 질소비료에만 매달리는 현상을 없애고 린, 카리, 규소비료와 여러가지 미량원소비료를 구색이 맞게 치도록 하여야 합니다.》

린비료는 토양에서 쉽게 류출되거나 난용화되어 그 리용률이 매우 낮다.[1, 2] 선행 연구자료[3, 5]에 의하면 완효성린비료의 제조에 비석, 평운토, 고령토 등의 진흙질광물들과 농마, 키토산, 리그닌 등의 유기고분자화합물들이 리용되고있다.

우리는 우리 나라에 흔한 고령토와 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 을 원료로 하여 완효성린비료를 제조하기 위한 연구를 하였다.

실 험 방 법

실험기구로는 행성식불분쇄기(《QXM-2L》), 전기전도도측정장치(《OK-102/1》), 전자천평(《HK-JA200P》)을, 시약으로는 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (순), 고령토(립도크기 1mm이하), 카르복시메틸섬유소(순)를 리용하였다.

먼저 완효성린비료를 다음과 같이 제조하였다. 고령토와 일정한 량의 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 을 행성식불분쇄기에 넣고 일정한 시간 끌고루 혼합한 다음 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 의 3질량% 되는 카르복시메틸섬유소와 일정한 량의 물을 첨가하여 알갱이모양으로 만들고 60~80℃의 온도에서 5h 건조시킨다.

다음 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 의 함량에 따르는 전기전도도검량선을 작성한다.[4] 전기전도도는 제조된 완효성린비료에서 비료성분의 방출량을 반영하는데 이러한 개별적인 전기전도도값이 비료성분의 몇% 방출에 해당되는가를 고찰할수 있는 검량선을 작성하여야 한다. 그러므로 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 을 각각 0, 0.101, 0.306, 0.503, 0.704g씩 취하여 5개의 100mL의 증류수가 들어있는 비커들에 넣고 완전히 용해시켜 링눈금을 맞춘 다음 전기전도도측정장치의 전극을 비커에 잠그고 전기전도도를 측정한다. 우에서 제조한 용액을 차례로 바꾸어가면서 25℃에서 측정한다.

마지막으로 완효성린비료의 방출률을 측정한다. 제조한 완효성린비료 1.000g을 100mL의 증류수가 들어있는 비커에 넣고 링눈금을 맞춘 다음 전기전도도측정장치의 전극을 잠그고 시간에 따르는 전기전도도를 측정한다.

실험결과 및 고찰

1) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 의 함량에 따르는 전기전도도변화

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 함량에 따르는 전기전도도변화를 보면 그림 1과 같다.

그림 1(검량선)에 기초하여 회귀방정식을 작성하면 다음과 같다.

$$y=9.083 \ 3x-0.126 \ 7, R^2=0.983 \ 6$$

여기서 x 는 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 의 함량이고 y 는 x 에 따르는 전기전도도값이며 R^2 은 상관결수이다.

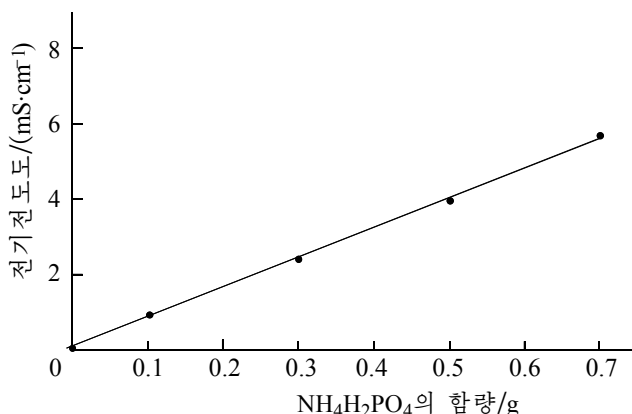


그림 1. $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 함량에 따르는 전기전도도 변화

우의 회귀방정식으로부터 임의의 완효성린비료조성에서 비료성분방출에 대한 전기전도도값을 측정하여 방출되는 비료성분의 함량을 결정할 수 있다.

2) 완효성린비료의 제조조건에 따르는 비료성분의 방출특성

완효성린비료의 방출률에 미치는 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$: 고령토(질량비)의 영향 분쇄시간이 2h일 때 고령토와 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 을 각이한 질량비로 혼합하여 제조한 완효성린비료의 수용액속에서의 린비료방출률을 검토한 결과는 표와 같다.

표. $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 과 고령토의 질량비에 따르는 린비료방출률(%)

시료 번호	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$: 고령 토(질량비)	전기전도도측정시간/min						
		5	10	20	30	60	120	180
1	1 : 0.25	67.5	83.4	—	—	—	—	—
2	1 : 0.50	—	45.1	48.4	56.9	63.2	—	—
3	1 : 0.75	—	10.5	12.3	23.7	31.4	45.4	53.3
4	1 : 1	—	4.8	15.4	16.3	21.2	29.2	36.7

표에서 보는바와 같이 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 에 대한 고령토의 첨가량이 25%일 때 린비료방출률은 10min동안에 83.4%에 이르렀으며 50%일 때 45%로 감소되고 고령토함량이 75%이상일 때에는 10%이하로 감소하였다. 이것은 불분쇄기안에서 고령토와 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 과의 복합체가 잘 형성된다는것을 보여준다. 즉 분쇄작용에 의한 거대한 충격에너지에 의하여 고령토가 무정형화되면서 이온들과 결합을 잘 이루기때문이다.

또한 10min이후의 측정값들은 무정형화된 고령토와 혼합되었던 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 이 수용액에서 방출하면서 NH_4^+ 과 H_2PO_4^- 으로 해리되어 나타내는 값이다. 표로부터 알 수 있는바와 같이 무정형화된 고령토와 혼합된 비료성분(1 : 0.25제외)은 서서히 방출된다는것을 알 수 있다. 따라서 완효성비료를 1 : 1로 하는것이 보다 효과적이다.

완효성린비료의 방출률에 미치는 분쇄시간의 영향 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 과 고령토의 질량비 1 : 1, 전기전도도의 측정시간 3h일 때 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 과 고령토를 행성식불분쇄기로 각이한 시간에 따라 분쇄혼합할 때 얻어지는 시료의 린비료방출률을 측정하였다.(그림 2)

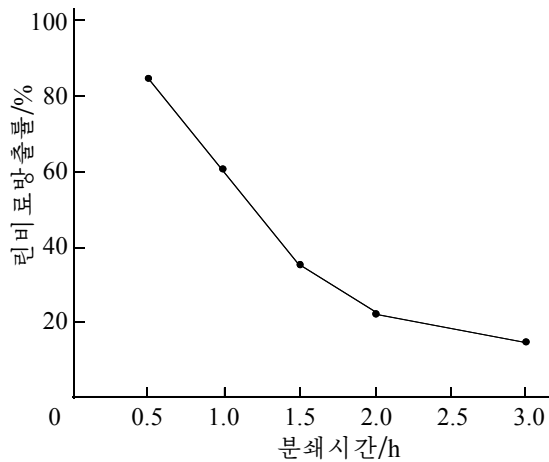


그림 2. 분쇄시간에 따르는 린비료방출률

그림 2에서 보는바와 같이 분쇄시간이 길어짐에 따라 완효성린비료의 방출률은 감소하는데 1.5h이후부터 완만하게 감소한다. 이것은 분쇄시간이 길어짐에 따라 고령토의 무정형화가 진행되어 보다 많은 양의 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 이 고령토와 복합체를 형성하기때문이라고 볼수 있다. 이로부터 완효성린비료를 제조하는데 적합한 분쇄시간은 1.5h이상이다.

맺 는 말

행성식물분쇄기를 리용하여 고령토와 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 으로부터 완효성린비료를 제조하기 위한 합리적인 제조조건을 밝혔다. 즉 고령토와 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 의 합리적인 질량비는 1 : 1이며 분쇄시간은 1.5h이상이다.

참 고 문 헌

- [1] Ying Yao et al.; Environ. Sci. Technol., 47, 8700, 2013.
- [2] Pratap Bhattacharyya et al.; The Crop Journal, 3, 387, 2015.
- [3] Solihin et al.; Powder Technology, 212, 354, 2011.
- [4] A. James et al.; Water Air Soil Pollut, 180, 283, 2007.
- [5] 刘秀梅 等; 中国农业科学, 39, 8, 1598, 2006.

주제109(2020)년 10월 5일 원고접수

Preparation of Slow Action Phosphate Fertilizer by Kaolin

Ju Yun Hui, Pak Kwang Ho

We prepared slow action phosphate fertilizer from kaolin and $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ by using ball mill. The reasonable preparation conditions are as follows: the mass ratio of kaolin and $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ is 1 : 1, the milling temperature is more than 1.5h.

Keywords: slow action phosphate fertilizer, kaolin