

## 세포지구 풀판토지에서 가동성린의 존재특성

### 주 롱 호

풀판조성사업을 과학기술적요구에 맞게 잘해나가자면 토양영양원소의 하나인 린의 존재형태에 대하여 정확히 료해하고 필요한 대책을 세워야 한다.

우리는 연구지역 풀판토지에서 가동성린의 총량을 결정하고 그에 기초하여 린의 존재형태를 밝혔다.

### 1. 린의 형태별함량결정방법

토양속에서 린은 대체로  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 의 형태로 존재하는데 이 형태들가운데서 린산염은 대체로 난용성이며 이수소린산염과 수소린산염은 주로 수용성이다.[1, 4] 가동성린가운데서 이수소린산염 및 수소린산염을 구별해야 토양속에서 식물이 유효하게 리용할수 있는 린의 형태별함량을 알수 있다.

우의 세가지 린형태들의 함량은 pH에 따라 결정된다.

따라서 주어진 토양에서 pH값과 가동성린의 총량을 분석하면 그로부터 식물에 유효하게 리용될수 있는 린의 함량을 알수 있다.

계에서 린의 총농도는 다음과 같다.[2, 3]

$$C_{\text{총}} = C_{\text{PO}_4^{3-}} + C_{\text{HPO}_4^{2-}} + C_{\text{H}_2\text{PO}_4^-} + C_{\text{H}_3\text{PO}_4} \quad (1)$$

$\text{H}_3\text{PO}_4$ 의 총계단형성반응식들은 다음과 같다.

$$\text{PO}_4^{3-} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-}; \beta_1 = \frac{C_{\text{HPO}_4^{2-}}}{C_{\text{PO}_4^{3-}} \cdot C_{\text{H}^+}} \quad (2)$$

$$\text{PO}_4^{3-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^-; \beta_2 = \frac{C_{\text{H}_2\text{PO}_4^-}}{C_{\text{PO}_4^{3-}} \cdot C_{\text{H}^+}^2} \quad (3)$$

$$\text{PO}_4^{3-} + 3\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_4; \beta_3 = \frac{C_{\text{H}_3\text{PO}_4}}{C_{\text{PO}_4^{3-}} \cdot C_{\text{H}^+}^3} \quad (4)$$

여기서  $\beta_1$  - 1계단총형성평형상수( $10^{12.36}$ ),  $\beta_2$  - 2계단총형성평형상수( $10^{19.57}$ ),  $\beta_3$  - 3계단총형성평형상수( $10^{21.69}$ ).

$1 + c_{\text{H}^+} \cdot \beta_1 + c_{\text{H}^+}^2 \cdot \beta_2 + c_{\text{H}^+}^3 \cdot \beta_3 = \alpha$ 로 놓으면 식 (2)-(4)로부터  $C_{\text{총}} = C_{\text{PO}_4^{3-}} \cdot \alpha$ 로 된다.

따라서  $\text{PO}_4^{3-}$ 의 형성률은  $F_{\text{PO}_4^{3-}} = \frac{C_{\text{PO}_4^{3-}}}{C_{\text{총}}} = \frac{1}{\alpha}$ 이다. 같은 방법으로  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$

의 형성률과 린형태별함량들을 구하면

$$F_{\text{HPO}_4^{2-}} = \frac{C_{\text{HPO}_4^{2-}}}{C_{\text{총}}} = \frac{\beta_1 C_{\text{H}^+}}{\alpha}, \quad F_{\text{H}_2\text{PO}_4^-} = \frac{C_{\text{H}_2\text{PO}_4^-}}{C_{\text{총}}} = \frac{\beta_2 C_{\text{H}^+}^2}{\alpha}, \quad F_{\text{H}_3\text{PO}_4} = \frac{C_{\text{H}_3\text{PO}_4}}{C_{\text{총}}} = \frac{\beta_3 C_{\text{H}^+}^3}{\alpha}$$

$$C_{\text{PO}_4^{3-}} = F_{\text{PO}_4^{3-}} \cdot C_{\text{총}}, \quad C_{\text{HPO}_4^{2-}} = F_{\text{HPO}_4^{2-}} \cdot C_{\text{총}}, \quad C_{\text{H}_2\text{PO}_4^-} = F_{\text{H}_2\text{PO}_4^-} \cdot C_{\text{총}}, \quad C_{\text{H}_3\text{PO}_4} = F_{\text{H}_3\text{PO}_4} \cdot C_{\text{총}}$$

그러므로 계에서 린의 총농도( $C_{\text{총}}$ )와 수소이온농도( $C_{\text{H}^+}$ )를 결정하면 위의 식들을 이용하여 린형태들의 함량을 계산할수 있다.

## 2. 연구지역에서 가동성린의 존재특성

### 1) 가동성린분석

분석할 토양시료의 협잡물을 제거하고 바람말린 다음 0.1mm 채로 쳐서 최종토양시료를 준비한다. 이렇게 준비한 토양시료를 각각 0.5g씩 작은 플라스크에 넣고 0.2mol/L HCl용액 25mL를 넣은 다음 1min간 뒤흔들고 15min간 놓아두었다가 거른다. 러과액을 5mL들이 피펫으로 갈라내어 비색시험관에 넣고 거기에 몰리브덴암모니움-염산용액 5mL를 첨가한다. 다음 시험관에 석막대기를 잠그고 용액의 색이 푸른색으로 될 때까지 저어준다. 시료용액의 색을 표준비색계렬의 색과 비교하여 용액의 린함량을 결정한다. 이에 앞서 린표준비색계렬을 만들어 리용한다.

### 2) 가동성린의 존재특성

연구지역의 경작특성을 고려하여 포전단위로 연구를 진행하였다.

우리는 연구지역을 대표할수 있는 20개의 포전(총면적: 184.2정보)에 대하여 평가를 진행하였다. 토양속에 있는 가동성린의 총량분석결과는 표 1과 같다.

표 1. 연구지역의 가동성린총량분석자료

포전 번호	면적 /정보	가동성린총량 /(mg·100g <sup>-1</sup> )	포전 번호	면적 /정보	가동성린총량 /(mg·100g <sup>-1</sup> )
39	19.7	1.23	25	8.6	1.23
38	11.5	1.24	29	16.7	1.25
32	7.3	1.20	28	7.2	1.25
31	6.8	1.21	34	9.4	1.25
33	5.1	1.22	37	5.0	1.23
30	10.7	3.75	27	5.9	1.21
23	8.3	1.23	21	13.0	1.21
22	13.5	1.22	35	7.6	1.25
24	7.6	1.25	36	3.3	1.25
26	7.0	1.25	20	10.0	1.24

표 1에서 보는바와 같이 연구지역 전체 포전들에서 가동성린의 총량은 1.20~1.25mg/100g으로서 우리 나라 산림토양의 가동성린의 평균함량(3.5mg/100g)보다 대단히 낮으며 평가기준에 비추어볼 때 <낮다>에 속한다.

한편 가동성린의 총량으로부터 계산하여 얻은 린형태별함량계산결과는 표 2와 같다.

표 2. 연구지역의 린형태별함량계산결과

포전 번호	가동성린총량 /(mg·100g <sup>-1</sup> )	pH	C <sub>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></sub>	C <sub>HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup></sub>	C <sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup></sub>	C <sub>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></sub>
39	1.23	4.7	-	0.003 8	1.223 0	0.003 2
38	1.24	4.7	-	0.003 8	1.232 9	0.003 2
32	1.20	4.7	-	0.003 7	1.193 2	0.003 1
31	1.21	4.7	-	0.003 7	1.203 1	0.003 2
33	1.22	4.8	-	0.004 7	1.212 7	0.002 5
30	3.75	5.9	-	0.175 1	3.574 3	0.000 6
23	1.23	4.8	-	0.004 8	1.222 7	0.002 6
22	1.22	4.7	-	0.003 7	1.213 1	0.003 2
24	1.25	4.7	-	0.003 8	1.242 9	0.003 3
26	1.25	5.3	-	0.015 2	1.234 0	0.000 8
25	1.23	4.7	-	0.003 8	1.223 0	0.003 2
29	1.25	4.8	-	0.004 8	1.242 6	0.002 6
28	1.25	4.7	-	0.003 8	1.242 9	0.003 3
34	1.25	4.9	-	0.006 1	1.241 9	0.002 1
37	1.23	4.8	-	0.004 8	1.222 7	0.002 6
27	1.21	4.7	-	0.003 7	1.203 1	0.003 2
21	1.21	4.7	-	0.003 7	1.203 1	0.003 2
35	1.25	5.0	-	0.007 7	1.240 7	0.001 6
36	1.25	4.7	-	0.003 8	1.242 9	0.003 3
20	1.24	4.8	-	0.004 8	1.232 6	0.002 6

표 2에서 보는바와 같이 연구지역에서 식물이 쉽게 흡수할수 있는 수용성린의 성분인  $\text{HPO}_4^{2-}$  과  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  함량의 합은 가동성린총량의 99%이상으로서 대부분을 차지하며 그 가운데서도  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ 이 기본으로 되어있다.

### 맺 는 말

연구지역토양에서 가동성린의 함량은 1.20~1.25mg/100g이며 그 대부분은 식물이 쉽게 흡수할수 있는  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  및  $\text{HPO}_4^{2-}$  형태로 존재한다.

### 참 고 문 헌

- [1] 리광빈; 식물영양원소, 김일성종합대학출판사, 30~40, 주체94(2005).
- [2] 리홍렬 등; 토양과 지력, 김일성종합대학출판사, 220~280, 주체95(2006).
- [3] 림종휘 등; 분석화학, 김일성종합대학출판사, 90~130, 주체94(2005).
- [4] B. Devivo et al.; Environmental Geochemistry, Elsevier, 120~180, 2008.

주체104(2015)년 2월 5일 원고접수

## **Existent Characteristic of Mobile Phosphorus in Grassland of Sepho Area**

*Ju Ryong Ho*

We estimated the total amount of mobile phosphorus in grassland of Sepho area and based on it, we discovered the existent forms of phosphorus.

The research land contains mobile phosphorus of 1.20~1.25mg/100g soil, most of which exist in the form of  $\text{HPO}_4^{2-}$  and  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  that can be easily absorbed by plants.

Key words: mobile phosphorus, grassland