

## 나무모용완효성비료의 물속용출특성

김문철, 림정원, 주윤희

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《중앙과 지방들에서 양묘장들을 잘 꾸리고 나무모생산을 과학화, 공업화, 집약화하여 장군님께서 좋다고 평가하신 스트로브스소나무와 창성이깔나무를 비롯한 빨리 자라고 경제적리용가치가 큰 나무모들을 계단식으로 많이 생산보장하도록 하여야 합니다.》

최근 세계적으로 완효성비료에 대한 연구가 광범히 진행되어 농업생산 및 산림조성에 널리 리용되고있으며 그 종류도 적용대상에 맞게 다양화되고있다.[1-4]

우리 나라에서도 이에 대한 연구들이 진행되고있지만 구체적인 자료들은 발표된것이 없다.

우리는 자체로 합성한 나무모용완효성비료의 주요특성인 비료성분들의 물속용출특성을 평가하였다.

### 실험 방법

일반적으로 질소, 린, 칼리움과 같은 무기질비료들은 물에 용해될 때 이온으로 해리된다. 그러므로 일정한 조건에서 물에 용해된 비료성분들의 량을 그 용액의 전기전도도를 측정하는 방법으로 결정할수 있으며 따라서 용액의 전기전도도를 비교하여 비료의 용출특성을 평가할수 있다.

실험용비료로 질소, 린, 칼리움, 마그네시움복합비료와 수입산완효성비료 1, 2, 자체로 합성한 나무모용완효성비료 1(10% 피복), 2(5% 피복)를 리용하였다.

먼저 100mL 비커에 수도물 20mL와 전기전도도측정용전극을 넣고 전극을 전기전도도 측정장치(《OK-102/1》)와 연결하였다. 다음 실험용비료들을 1.00g씩 저울질하여 비커에 넣는 순간부터 시간에 따르는 전기전도도를 측정하였다.

이때 측정온도는  $(28 \pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 이고 순수한 복합비료의 량은 완효성비료 1.00g에 들어있는 비료성분량(0.320g)과 같게 하였다.

### 실험결과 및 고찰

비료종에 따르는 전기전도도변화 일반적으로 전기전도도는 주어진 온도에서 전해질의 종류와 농도에 의존하는데 전기전도도와 농도사이의 선형성은 전해질의 농도가 10~20% 이하일 때 만족된다. 우리의 경우 비료성분의 최대농도는 1.2%정도이므로 전기전도도와 농도사이에 선형성이 만족된다고 볼수 있다.

시간에 따르는 때 비료종의 전기전도도변화를 측정한 결과는 그림과 같다. 이때 완효성비료 1, 2에서 1차용출은 처음 넣은 물 20mL에서 측정한것이고 2차용출은 1차용출액을

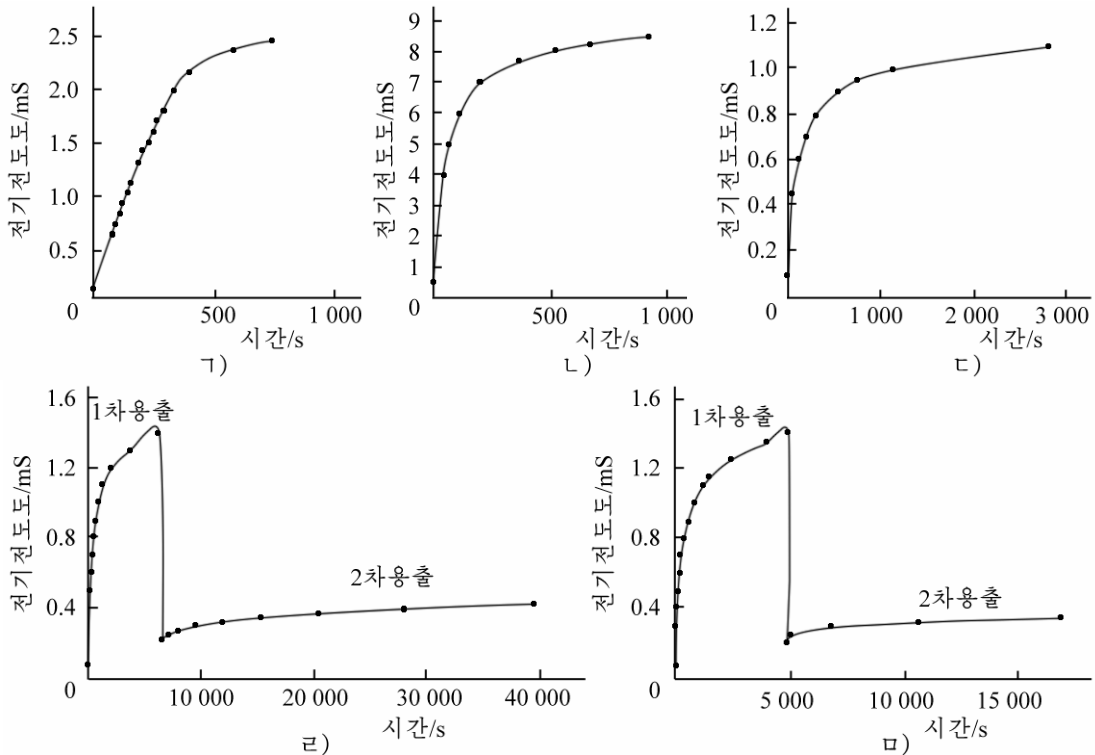


그림. 용출시간에 따르는 전기전도도변화곡선

ㄱ) 복합비료, ㄴ) 수입산비료 1, ㄷ) 수입산비료 2, ㄹ) 완효성비료 1, ㅁ) 완효성비료 2

배출하고 다시 물 20mL를 넣은 후에 측정한것이다.

그림에서 보는바와 같이 복합비료에서는 759s( $\lambda_{\max}=2.5\text{mS}$ )후에 전기전도도가 더이상 변하지 않았으며 수입산비료 1에서는 921s( $\lambda_{\max}=8.5\text{mS}$ )후, 수입산비료 2에서는 2773s( $\lambda_{\max}=1.21\text{mS}$ )에서 전기전도도가 최대가 된다. 우리가 합성한 완효성비료 1, 2의 경우에는 각각 6370s에서 1.45mS, 4923s에서 1.30mS로써 최대이다.

완효성비료의 물속용출속도와 용출완화특성 완효성비료는 주어진 조건에서 비료성분의 용출속도가 순수한 비료에 비하여 느린것이 특징이다.

그림에서 보는바와 같이 용출초기의  $\alpha=\Delta\lambda/\Delta t$ 값이 클수록  $\lambda_{\max}$ 에 도달하는 최대용출 시간( $t_{\max}$ )이 짧아지며  $\alpha$ 값이 작을수록  $t_{\max}$ 는 길어진다. 즉 주어진 완효성비료의 용출특성을  $\alpha$ 값으로 비교평가할수 있다.

한편 복합비료의 초기량(0.32g, 1.172%)을 알고있으므로 전기전도도와 전해질농도사이 관계로부터 매질의 체적이 일정한 조건에서 단위전기전도도변화에 해당하는 비료성분의 농도변화는 0.132g/mS이다.

이에 기초하여 용출초기의 속도를  $\alpha'=0.132\times\alpha$ , 용출결수를  $f=1/\alpha'$ , 상대적용출완화력을  $F=f/f_0$ 이라고 하면 완효성비료는  $1>F$ 일 때 용출완화력이 없고  $F\geq 1$ 일 때 용출완화력을 가진다고 볼수 있다. 또한  $F$ 가 클수록 용출완화력이 크다고 볼수 있다.

그림으로부터 결정한 몇가지 완효성비료들의 용출초기속도와 상대적용출완화력은 표와 같다.

표. 몇가지 완효성비료들의 용출초기속도와 상대적용출완화력

구분	$\lambda = f(t)$	$\alpha / (\text{mS} \cdot \text{s}^{-1})$	$\alpha' / (\text{g} \cdot \text{s}^{-1})$	$f / (\text{s} \cdot \text{g}^{-1})$	$F$
복합비료	$\lambda = 0.005 \ 9t + 0.214$	$5.9 \cdot 10^{-3}$	$7.79 \cdot 10^{-4}$	1 284	1.00
수입산비료 1	$\lambda = 0.083 \ 0t + 0.321$	$8.3 \cdot 10^{-2}$	$1.10 \cdot 10^{-2}$	90.91	0.071
수입산비료 2	$\lambda = 0.001 \ 4t + 0.416$	$1.4 \cdot 10^{-3}$	$1.85 \cdot 10^{-4}$	5 405	4.21
완효성비료 1	$\lambda = 0.000 \ 9t + 0.324$	$9.0 \cdot 10^{-4}$	$1.19 \cdot 10^{-4}$	8 403	6.55
완효성비료 2	$\lambda = 0.003 \ 1t + 0.324$	$3.1 \cdot 10^{-3}$	$4.09 \cdot 10^{-4}$	2 445	1.91

표에서 보는바와 같이 주어진 조건에서 수입산비료 1의 초기용출속도는 복합비료보다 14배정도 빠르지만  $F=0.071$ 로서 용출완화력이 없다. 이것은 수입산비료의 성분조성이 우리가 준비한 복합비료의 성분조성과 다르기때문이라고 볼수 있다.

수입산비료 2는 용출초기속도가  $1.85 \cdot 10^{-2} \text{g/s}$ ,  $F=4.21$ 로서 용출완화력을 가지며 우리가 합성한 완효성비료 1, 2의 상대적용출완화력은 각각 6.55, 1.91로서 모두 용출완화력을 가진다. 이때 완효성비료 1이 완효성비료 2보다 용출완화력이 더 크며 수입산비료 2보다 특성이 더 좋다.

## 맺 는 말

전기전도도법으로 몇가지 완효성비료의 용출특성을 평가하여 우리가 합성한 완효성비료가 수입산완효성비료보다 용출완화력이 더 크다는것을 밝혔다.

## 참 고 문 헌

- [1] J. Dobrahner et al.; Soil Science, 172, 3, 242, 2007.
- [2] H. Chang, US 005695542A, 1997.
- [3] X. Yongjun et al.; CN 103058751P, 2013.
- [4] L. Ruiqing et al.; CN 103058757P, 2013.

주체106(2017)년 1월 5일 원고접수

## Elution Characteristics in Water of the Slow-Release Fertilizer for Seedlings

Kim Mun Chol, Rim Jong Won and Ju Yun Hui

We valuated the elution characteristics in water of some slow-release fertilizer by the conductivity method and showed that the elution relaxation force of the slow-release fertilizer, which we made, was stronger than imported one.

Key words: slow-release fertilizer, elution characteristics, conductivity