

흡수스펙트럼특성에 기초하여 각이한 토양부식산들을 평가하기 위한 연구

소명철, 김시춘

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《토지개량사업을 과학적으로 하기 위하여서는 토양성분분석사업을 앞세워야 합니다. 토양성분분석사업을 잘해야 땅의 성질과 비옥도를 구체적으로 알수 있습니다.》(《김정일전집》 제6권 11페이지)

과학적인 영농방법을 확립하고 선진적인 토지관리방법을 받아들이는데서 중요한 문제의 하나는 현대적이고 신속정확한 분석방법들을 적극 개발하여 리용하는것이다.

현재 토양조사분석과 지력상태에 대한 평가는 토양의 물리적, 화학적분석에 기초하여 여러가지 방법으로 진행되고있지만 많은 로력과 시약, 분석설비들을 전제로 하고있다. 이로 부터 세계의 많은 나라들에서 토양조사분석에 전통적인 물리적, 화학적분석방법과 함께 가시선과 근적외선, 적외선의 흡수 및 반사특성을 리용한 기술들을 적용한 연구결과들이 발표 [3-6]되였지만 각이한 토양류형과 기상기후조건의 영향을 많이 받는 부식물질들의 구조적특성과 함량에 대한 평가를 분광학적방법으로 진행하기 위한 연구결과들은 발표된것이 적다.

우리는 각이한 원천물질들로부터 분리한 부식산류분들의 몇가지 분광학적특성을 밝히고 그에 기초하여 여러 토양류형들에서 풀보산류분함량을 평가하기 위한 연구를 하였다.

재료 및 방법

후민산과 풀보산류분분리를 위한 부식물질원천재료로서 풍화탄(평양시 락랑구역)과 곡짚부식토(평양시 락랑구역), 평양시 바늘잎나무림에서 채취한 산부식토와 평양시 대성구역 잔디밭에서 채취한 토양시료를 리용하였으며 부식산들의 pH에 따르는 용해도차이를 리용하여 후민산과 풀보산류분들을 따로따로 분리하였다.

부식산류분들의 함량은 중크롬산칼리움산화법으로 결정하였다.

부식산류분들의 흡광도는 분광광도계(《KФK-3》)로, 자외선 및 가시선흡수스펙트르는 자외가시선분광광도계(《Beckman coulter DV 170》)로 측정하였다.

부식산의 부식화도를 나타내는 축합도와 구조적특성들은 465, 665nm에서의 흡광도의 비(E_{465}/E_{665}) 또는 색조계수 $\Delta \log K = \log E_{465} - \log E_{665}$ 로써 평가[1]하였다. 여기에서 E_{465} , E_{665} 는 각각 465, 665nm에서 부식산의 흡광도이다.

상대색도 RF는 다음과 같이 계산된다.[1]

$$RF = \frac{E_{600}}{V_{30}} \times 1000$$

여기에서 E_{600} 은 600nm에서 부식산의 흡광도, V_{30} 은 부식산용액 30mL를 산화시키는데 소비된 0.067mol/L KMnO_4 용액의 체적(mL)이다.

결과 및 논의

1) 각이한 부식산류분들의 자외선 및 가시선흡수스펙트럼특성

자외선으로부터 적외선에 이르는 넓은 빛대역에서 부식산의 빛흡수성은 부식산류분들의 구조적특성과 관련되는 성질의 하나이다.[1, 2]

부식산과 그것으로부터 분리한 풀보산과 후민산류분들의 자외가시선흡수스펙트르를 측정 한 결과는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 같은 원천물질로부터 분리한 부식산과 후민산, 풀보산류분들의 자외가시선흡수스펙트르는 다같이 가시선대역에서 특징적인 흡수극대가 없이 파장이 증가하는데 따라 흡광도가 감소하며 약 300nm근방의 자외선구역에서 약간의 흡수극대가 나타났다.

부식산과 후민산, 풀보산류분들의 자외가시선흡수스펙트르들의 모양은 유사하였지만 구체적인 흡수극대파장과 곡선의 구배는 차이났다. 즉 후민산류분에서는 314nm에서 최대 흡수가 나타났지만 같은 부식산으로부터 분리한 풀보산류분에서는 274nm에서 최대흡수가 나타났다. 또한 후민산류분에 비하여 풀보산류분에서는 파장이 증가하는데 따라 흡광도가 보다 급격히 감소하여 663nm이상의 가시선영역에서는 흡광도가 0.01이하로서 흡수가 거의 령으로 되었다. 같은 생성조건과 부식화도에서도 후민산과 풀보산류분의 자외선, 가시선흡수스펙트르의 모양이 약간씩 차이나는것은 후민산과 풀보산류분들의 분자적구조의 차이를 반영하는것으로 볼수 있다.

부식산용액의 가시선흡수스펙트르는 부식산의 농도(용액속의 탄소농도)에 따라서도 차이났다.(그림 2)

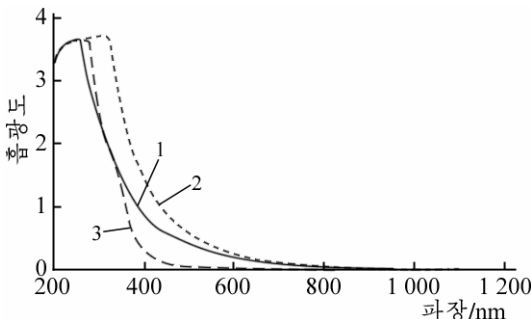


그림 1. 부식산과 후민산, 풀보산류분들의 자외가시선흡수스펙트르
1-부식산, 2-후민산, 3-풀보산

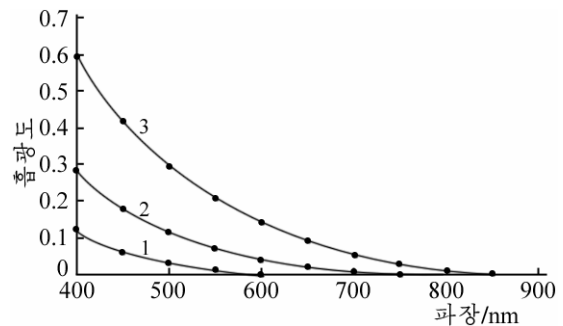


그림 2. 부식산농도에 따르는 부식산용액의 가시선흡수스펙트르
1-3은 부식산용액의 농도가 각각 0.07, 0.14, 0.35mg/mL일 때

그림 2에서 보는바와 같이 같은 원천으로부터 분리한 부식산용액에서 농도가 짙을수록 흡광도가 령으로 되는 파장이 점점 길어져 근적외선대역에 가까와졌다.

이와 같이 부식산류분들의 자외선, 가시선흡수스펙트르는 부식산류분들의 종류와 구조, 농도에 따라 차이나므로 일정한 파장들에서의 흡광도값들을 리용하여 부식산류분들을 평가할수 있다고 본다.

2) 색조결수와 상대색도에 의한 부식산류분들의 평가

일반적으로 후민산의 축합도와 구조적특성평가에서는 자외가시선흡수스펙트르의 몇가지

파장에서의 흡광도값을 리용하여 얻은 색조결수와 상대색도가 많이 리용되고있다.[1-3] 각이한 조성과 농도를 가진 부식산의 색조결수($\Delta \log K$)와 축합도를 평가하였다.

원천이 각이한 후민산과 풀보산류분들의 E_{465}/E_{665} 값을 측정한 결과 풀보산과 후민산류분에서 크게 차이났다.(표 1)

표 1. 여러가지 원천물질들로부터 분리한 부식산류분들의 색조결수

부식산류분	원천물질	채취장소	E_{465}	E_{665}	E_{465}/E_{665}	$\Delta \log K$
후민산	산부식토	평양시 바늘있나무림	0.665	0.115	5.78	0.76
	곡짚부식토	평양시 락랑구역	0.347	0.051	6.80	0.83
	잔디밭토양	평양시 대성구역	0.263	0.051	5.16	0.71
	니란	황해북도 사리원시	0.464	0.094	4.94	0.69
	풍화탄	평양시 락랑구역	0.883	0.258	3.42	0.53
풀보산	산부식토	평양시 바늘있나무림	0.256	0.023	11.13	1.05
	곡짚부식토	평양시 락랑구역	0.161	0.02	8.05	0.91
	잔디밭토양	평양시 대성구역	0.011	0.001	11.00	1.04
	니란	황해북도 사리원시	0.07	0.007	10.00	1.00
	풍화탄	평양시 락랑구역	0.001	0.0001	10.00	1.00

표 1에서 보는바와 같이 각이한 부식물질로부터 분리한 후민산류분들의 E_{465}/E_{665} 값들은 6이하, 색조결수는 0.53~0.83으로서 작은 반면에 풀보산류분들의 E_{465}/E_{665} 값은 8이상, 색조결수는 0.91~1.05로서 훨씬 더 컸다.

후민산류분에 비하여 풀보산류분의 색조결수는 1.5배이상으로 더 컸으며 이것은 앞에서 본 실험결과로부터 풀보산류분의 가시선흡수가 보다 적은것과 관련된다.

E_{465}/E_{665} 값과 색조결수가 클수록 축합도가 작다는 사실로부터 모든 분리원천들에 대하여 풀보산류분의 축합도가 후민산류분보다 작다고 볼수 있다.

후민산류분에서는 부식산원천물질의 종류에 따라 색조결수가 크게 차이났다.

풍화탄에서 분리한 후민산의 색조결수가 0.53으로서 가장 작았으며 곡짚부식토와 바늘있나무림의 산부식토에서 분리한 후민산의 색조결수가 제일 컸다. 이것은 풍화탄에는 주로 축합도가 높은 후민산류분이 많이 들어있지만 부식화도가 낮은 곡짚부식토나 바늘있나무림의 산부식토에는 후민산형보다 풀보산형의 부식산이 기본으로 되어있다는것을 확증해준다.

후민산류분과 달리 풀보산류분의 경우에는 분리원천물질들의 종류에 따라 색조결수가 크게 차이하지 않았다. 한편 후민산용액의 색조결수는 농도(용액속의 탄소농도)에 따라서 크게 달라지지 않았다.(표 2)

표 2. 후민산용액의 농도에 따르는 색조결수의 변화

구분	용액의 희석배수	E_{400}	E_{600}	$\Delta \log K$
후민산용액 1 (0.35mg/mL)	1	1.494	0.193	0.89
	2	0.758	0.099	0.88
후민산용액 2 (0.25mg/mL)	1	0.918	0.113	0.91
	2	0.474	0.061	0.89

후민산용액 1: 풍화탄, 후민산용액 2: 산부식토

이로부터 색조결수는 부식산의 함량보다도 주로 축합도를 비롯한 구조적특성을 더 잘 반영하는 지표로서 특히 축합도가 큰 후민산의 경우에는 그 함량평가에 리용할수 없다는것을 보여준다. 그러므로 색조결수와 함께 과망간산칼리움산화법을 결합한 상대색도(RF)를 리용하여 축합도가 상대적

으로 낮은 풀보산류분에 대한 평가를 진행하였다.

풀보산함량이 서로 다른 각이한 유형의 토양으로부터 분리한 부식산의 색조결수와 상대색도는 표 3과 같다.

표 3. 각이한 토양류형으로부터 분리한 부식산의 색조결수와 상대색도

토양	장소	풀보산함량/%	V_{30}	$\Delta \log K$	RF
고풍화논	평양시	0.27	8.89	0.89	21.71
운모편암잔적층갈색논	평원군	0.21	6.53	0.91	17.30
	속천군	0.15	6.80	0.98	11.03
화강편마암잔적층갈색논	문덕군	0.25	8.83	0.80	19.55
해하성층적지논	봉산군	0.18	6.75	0.80	15.26
	속천군	0.16	6.19	0.88	13.02

표 3에서 보는바와 같이 부식산용액의 상대색도는 토양류형과 장소에 거의 무관계하게 풀보산류분의 함량에 따라 선형적으로 변화되었다. 그러므로 부식산용액의 상대색도를 결정함으로써 풀보산류분의 함량을 비교적 정확하게 평가($R^2=0.973$)할수 있다고 본다.

맺 는 말

각이한 부식물질원천재료들로부터 분리한 부식산류분들의 분광학적특성들을 밝힌데 의하면 후민산류분들의 E_{465}/E_{665} 값들은 6이하, 색조결수는 0.53~0.83으로서 작은 반면에 풀보산류분들의 E_{465}/E_{665} 값은 8이상, 색조결수는 0.91~1.05로서 훨씬 더 크다.

후민산류분에서는 부식산원천물질의 종류에 따라 색조결수가 크게 차이나지만 풀보산류분의 경우에는 거의 일정하다.

부식산용액의 상대색도는 토양류형과 장소에 거의 무관계하게 풀보산류분의 함량에 따라 선형적으로 변화되므로 부식산용액의 상대색도에 의하여 풀보산류분의 함량을 비교적 정확하게 평가($R^2=0.973$)할수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 리재모 등; 토양생화학, 김일성종합대학출판사, 40~66, 주체93(2004).
- [2] 리재모; 토양부식물질의 화학적조성과 물리적성질, 김일성종합대학출판사, 24~29, 1993.
- [3] E. A. Gahbbour et al.; Humic Substances: Structures, Models and Functions, The Royal Society of Chemistry, 30~400, 2001.
- [4] A. J. Simpson et al.; Naturwiss., 89, 84, 2002.
- [5] R. Doi et al.; Current Science, 92, 11, 10, 2007.
- [6] Y. B. Wang et al.; Comput. Electron. Agric., 111, 69, 2015.

주체106(2017)년 10월 5일 원고접수

Study on Evaluation of Different Soil Humic Acids based on Absorption Spectrum

So Myong Chol, Kim Si Chun

We have revealed the spectrometric properties of humic acid fractions separated from various sources of humus substance and established the basis of using it to the evaluation of structure and content.

For humic acid fraction the coefficient of color hue is greatly different according to the source of humic substance but for fulvic acid fraction it is nearly constant.

And also the coefficient of color hue of fulvic acid changes linearly with the content of fulvic acid, thus the content of fulvic acid can be correctly evaluated ($R^2=0.973$) by the coefficient of color hue.

Key words: absorption spectrum, humic acid, fulvic acid, color hue