

알루미늄용액 처리가 개나리삽수의 생장에 미치는 영향¹

김갑태²

Effects of Aluminum Solution Treatment on the Growth of *Forsythia koreana* Cuttings¹

Gab-Tae Kim²

요 약

목본식물에 대한 Al독성에 관한 기초자료를 얻고자, Al농도별(1.0, 2.5 및 5.0mM)수용액과 지하수에 수경삼목한 개나리삽수의 생장관련형질(신초의 생장, 엽수, 엽피해율 및 엽록소함량)을 처리간 비교하였다. 모든 생장관련형질들(신초의 생장, 엽수, 엽피해율 및 엽록소함량)에서 처리간 고도의 통계적 유의차가 인정되었으며, 1.0mM 정도의 Al수용액도 개나리삽수의 생장을 현저히 억제하였다.

ABSTRACT

To examine aluminum toxicity on woody plants, *Forsythia koreana* cuttings were grown in the aluminum solution and ground water(pH 6.75). Aluminum solution were prepared 1.0, 2.5 and 5.0mM aluminum potassium sulfate, diluted with ground water. Shoot growth, leaf number, leaf injury and leaf chlorophyll content were measured and compared among the treatments. In all growth-related characters(shoot growth, leaf number, leaf injury and leaf chlorophyll content), differences among the treatments were highly significant. *Forsythia koreana* cuttings were severely stressed in aluminum solution more than 1.0mM concentration.

Key Words : aluminum toxicity, *Forsythia Koreaana cuttings*

서 론

대기중의 산성오염물질과 산성우가 토양에 미치는 영향은 토양산도를 높이는 데서 비롯되며, 농업토양은 토지개량제의 사용으로 별문제는 없으나 삼림이나 원야는 산성우에 의한 피해가 클 것으로 보고되었으며, Ulrich 등(1980)과 Vermeulen(1978)은 1966년

이후 중부유럽의 토양산도가 산성우에 의해 현저히 높아졌음을 밝혔다. 우리나라에서도 대도시와 공단주변에서는 대기오염과 산성우에 의한 산림토양의 산성화가 이미 진행되고 있는 실정이다(이 등, 1988; 김, 1990, 1991). 또한 산성우가 표층토로부터 주요염기(Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+)들을 용탈시키며, 염기포화도를 떨어뜨린다. 토양산도가 증가함에 따라 토양용

1 접수 1992년 6월 5일 Received on June 5, 1992

2 상지대학교 농과대학 College of Agriculture, Sangji Univ., Wonju., 220-702, Korea

액 중에 치환성 Al이 현저히 증가하거나, 각종 이온들의 농도가 변화되며, 부식산의 구조와 화학적 성질이 변화됨이 밝혀졌으며, 양료순환체계가 교란된다. Cole과 Stewart(1983)는 토양반응이 산성화함에 따라 Al-phosphate, Fe-phosphate로 인산이 불용태로 변하며, Al을 포함한 중금속의 독성문제가 야기된다고 설명하였다.

Foy 등(1978)은 Al독성은 토양용액의 pH가 5.5 이하에서 일어나며, 흔히 인산결핍증과 비슷하게 잎이 작아지고 진한 녹색을 띄고 황화되며, 선단부가 고사되며, 뿌리는 측근이 짧아지고 끝이 굵게 변하며 세근이 줄어들음을 설명하였다. 정과 전(1990)은 5수종의 포플러류를 기내배양하면서 Al에 대한 내성을 비교하였고, McCormick과 Steiner(1978), Steiner 등(1984)은 목본식물을 대상으로 수용액상태로 Al을 처리하면서 Al에 대한 내성이나 피해양상을 보고하였다. Lee(1977)는 Al독성을 유발하는 Al형태를 알아보고자 옥수수를 대상으로 시험보고하였다.

이에 이 연구는 토양산성화로 우려되는 Al독성에 관한 기초자료를 얻고자, Al농도별 수용액에 수경삼목한 개나리나 삼수의 생장관련형질(신초의 생장, 엽수, 엽피해율, 발근상태 및 엽록소함량)을 처리별로 비교·검토하였다.

재료 및 방법

1. 수경삼목상의 설계

수경삼목에 이용된 플라스틱통(가로, 세로 및 높이 : 40, 30 및 20cm)의 뚜껑에 15개의 구멍을 뚫고, silicon고무마개를 이용하여 삼수를 지지(Fig 1)하도록 했으며, 처리용액은 5-7일에 1회로 새로이 공급하

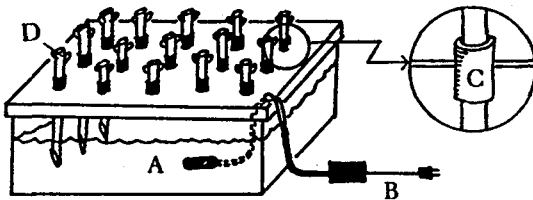


Fig. 1. Cutting Model

A: Aluminum solution

B: Air pumping

C: Silicon rubber

D: Cutting scion(*Forsythia koreana*)

며, 산소부족을 감안하여 하루에 8-12 시간 씩 기포 발생기로 공기를 공급하였다. 처리한 Al용액은 aluminum potassium sulfate를 지하수에 녹여 5.0, 2.5, 1.0mM의 알루미늄수용액을 만들었으며, 용액의 pH는 3.65, 3.80 및 3.92였다. 대조구로는 지하수(pH 6.75)를 이용하였다.

2. 식물재료

비교적 삼목발근이 용이한 개나리를 대상으로 1992년 3월 9일에 직경이 균일하도록 다량의 삼수를 채취하여 흐르는 물에 24시간 담구었다가 냉장고(1-4°C)에 보관한 후 4월 6일에 삼목실험하였다.

3. Al용액의 처리 및 측정

1992년 4월 6일에 수경삼목을 실시한 후 주기적으로 용액을 교환해 주다가 5월 7일에 엽록소함량, 엽수, 신초의 길이 및 엽피해율을 측정하였다. 엽록소함량은 엽록소함량 측정기(chlorophyll meter, Minolta, SPAD-502)를 이용하여 간접적인 측정을 하였다.

결과 및 고찰

1992년 5월 7일에 신초의 길이, 엽수, 엽피해율 및 엽록소함량을 측정하여 처리별로 통계처리를 한 결과를 Tab 1에 보였다. 조사된 항목들에서는 모두 처리간 고도의 통계적 유의차가 인정되었다. 발근상태를 조사하려고 하였으나 삼목후 30일이 지나도록 대조구에서만 조금씩 발근이 시작되었고, 나머지 처리구들에서는 발근되지 않았다. 이는 Al에 의한 발근억제(Foy 등, 1978 ; 정과 전, 1990)에 의한 것인지 반투명의 용기에서 실험하였기에 광선의 영향인지는 확실히 구분되지 않으나 대조구에서도 발근이 지연된 것으로 보아 광선의 영향이 보다 컸던 것으로 보인다.

삼수로부터 자라난 신초의 길이는 대조구에서 6.71cm로 가장 길었고 5.0mM Al용액 처리구에서 3.32cm로 가장 짧았다. 신초당 건전한 엽수에 있어서도 대조구에서 17.3개로 가장 많았고 5.0mM Al용액 처리구에서 0.6개로 가장 적었다. 이는 수경삼목실험 일주일 후부터 고농도의 Al용액 처리구에서는 출엽이 적었으며 출엽된 잎들마저 고사하기 시작했기 때문이었다. 엽피해율에서도 대조구에서 2%로 가장 적었고 5.0mM Al용액 처리구에서 98%로 대다수의 잎이 피

Table 1. Mean values of shoot growth, number of leaves, leaf injury and chlorophyll content for each treatments.

Treatment	Shoot growth (cm)	No. of leaf	Leaf injury (%)	Leaf chlorophyll content (SPAD)
Control(pH 6.75)	6.71a	17.3a	2.0a	37.93a
1.0 mM Al sol.(pH 4.00)	5.60b	8.6b	72.1b	29.07b
2.5 mM Al sol.(pH 3.79)	4.41c	4.8c	85.5c	31.94b
5.0 mM Al sol.(pH 3.64)	3.32d	0.6d	98.0d	18.79c
F-value	18.52**	45.1**	106.6**	20.77**

**Indicate significances at 1% level

Differences in letters in vertical columns indicate difference at 5% level for Duncan test

해를 받았으며, 피해를 받지 않은 잎들도 대조구나 낮은 농도의 Al용액 처리구들에 비하여 훨씬 잎의 크기가 작았다. 이러한 결과는 다른 수종들에서 Al독성을 관찰 보고한 Foy 등(1978), 정과 전(1990) 및 Sucoff 등(1990)의 결과와 흡사하였다.

5월 7일에 건전한 상태를 유지하고 있는 잎들에서 측정된 엽록소함량에서도 대조구에서 37.93으로 가장 높았고 5.0mM Al용액 처리구에서 18.79로 가장 낮았다. 엽록소함량의 경우 건전한 잎들을 대상으로 측정했음에도 불구하고 1.0mM Al용액 처리구에서도 대조구와 평균간 유의차가 인정되어 1.0mM 정도의 Al용액도 개나리 삼수의 생장을 방해할 만큼의 Al독성이 있음을 알 수 있었다.

참고문헌

- 김준호. 1990. 환경오염에 대처하는 자연생태계 보존전략. pages 93-118, 쾌적한 환경창조를 위한 생태계의 보존. "제 18회 세계환경의 날" 기념 심포지움, 1990. 6. 4., 국립환경연구원, 서울, 189pp.
- 정경호, 전영우. 1990. 器內에서 培養된 5樹種의 *Populus*類에 對한 Aluminum耐性比較. 한국임학 회지 79(1) : 26-32.
- Cole, C.V. and W.B.J. Stewart. 1983. Impact of acid deposition on P cycling. Environ. Exp. Bot. 23 : 235-241.
- Foy, C.D., R.L. Chaney and M.C. White. 1978. The physiology of metal toxicity in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 29 : 511-566.
- Lee, Y.S. 1977. Aluminum toxicity on corn seedlings. J. Korean Soc. Soil Sci. 10(2) : 75-78.
- McCormick, P.H. and K.C. Steiner. 1978. Variation in aluminum tolerance among six genera of trees. For. Sci. 24 : 565-568.
- Steiner, K.C., J.R. Barbour and P.H. McCormick. 1984. Response of *Populus hybrids* to aluminum toxicity. For. Sci. 30 : 404-410.
- Sucoff, E., F.C. Thornton and J.D. Joslin. 1990. Sensitivity of tree seedlings to aluminum: 1. Honeylocust. J. Environ. Qual. 19(2) : 163-171.
- Ulrich, B., R. Mayer and P.K. Khanna. 1980. Chemical change due to acid precipitation in a loess-derived soil in central Europe. Soil Sci. 130 : 193-200.
- Vermeulen, A.J. 1978. Acid precipitation in the Netherlands. Environ. Sci. Tech. 12 : 1016-1021.