

## 무기염의 종류 및 농도가 Polyacrylamide 고흡수성 수지의 수분 흡수에 미치는 영향

왕현진 · 최종명\*<sup>1</sup> · 이종석

충남대학교 원예학과, <sup>1</sup>배재대학교 원예조경학부

### Effect of Soluble Salts and Their Concentrations on Water Absorption of Polyacrylamide Hydrogel

Hyun Jin Wang, Jong Myung Choi\*<sup>1</sup>, and Jong Suk Lee

Department of Horticulture, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

<sup>1</sup>Division of Horticulture & Landscape Architecture, Pai Chai University, Daejeon 302-735, Korea

**Abstract.** This research was conducted to determine the amount of water absorbed by a polyacrylamide hydrogel such as Stocksorb C (STSB), effect of salts on inhibition in hydration of STSB, and the hydrogel effects on changes of nutrient concentration in external solution. Absorption of deionized water by STSB reached a maximum of 180 mL · g<sup>-1</sup>. Monovalent soluble salts such as KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, and (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> reduced absorption of the hydrogel, but the degrees of inhibition in absorption were similar in three kinds of salts. Twenty milliequivalents per liter of Ca<sup>2+</sup> or Mg<sup>2+</sup> reduced water absorption of STSB to 14% compared to those of deionized water. Solution absorption was consistently lower in the presence of divalent cations than in the presence of the monovalent cations. But the absorption was unaffected by the uncharged salt such as urea in all concentrations tested. The final K<sup>+</sup> and NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N concentrations of the solution remaining after absorption by STSB was higher than those of the initial solution. The soaking of STSB to full strength of Hoagland solution resulted in increase of NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> and SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> concentrations in external solution compared to initial solution, reaching 5,300, 250 and 1,500 mL · g<sup>-1</sup>, respectively, at 24 hrs after soaking.

**Key words :** concentration in external solution, divalent cation, monovalent cation

\*Corresponding author

## 서 언

고흡수성 수지(hydrophilic polymer)를 이용하여 상토의 보수성을 증가시키고 관수횟수를 감소시키기 위해 많은 연구가 수행되어 왔다. 고흡수성 수지들은 종류에 따라 다양하지만 건물중 기준으로 수십 배 또는 수백 배의 수분을 흡수하는 것으로 알려져 있다. 또한 상토에 혼합할 경우 수분을 흡수하여 팽창하기 때문에 직경이 증가하여 공극률을 증가시키고, 가스 확산에 긍정적인 효과를 갖는 것으로 보고되고 있다(Bowman 등, 1990; Ingram과 Yeager, 1987; Keever 등, 1989; Wang과 Gregg, 1990).

상토의 보수성을 증가시키기 위하여 혼합되는 고흡

수성 수지의 수분흡수는 기비로 첨가되는 비료의 종류 및 양에 영향을 받는다. Foster와 Keever(1989)는 토양용액 중에 2가 양이온을 비롯한 많은 이온들이 존재할 경우 starch based 고흡수성 수지의 수분흡수능을 저하시킨다고 하였다. Bowman 등(1990)도 Ca<sup>2+</sup> 또는 Mg<sup>2+</sup>의 2가 양이온이나 K<sup>+</sup>이나 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N의 1가 양이온이 고농도로 존재할 경우 최대 흡수량에 비해 수분 흡수량이 10~20% 감소한다고 하였다. 반면 음이온은 양이온에 비해 영향을 덜 미치는 것으로 알려져 있다(Bowman 등, 1990; Wang과 Gregg, 1990).

이상의 연구자들이 고흡수성 수지의 수분흡수에 영향을 미치는 무기원소들의 농도에 관해 보고하였음에

도 불구하고, 고흡수성 수지를 침지한 용액의 무기염 농도에 관한 연구결과가 없다. 그러므로 고흡수성 수지가 혼합된 상태에서 재배되는 작물의 근권부 무기염 농도를 예측할 수 없고, 시비체계 확립이 어려운 문제점을 갖는다. 따라서 고흡수성 수지 Stocksorb C의 수분흡수에 영향을 미치는 각종 무기염의 종류와 농도를 밝히고, 이에 영향 받은 외부 용액의 무기염 농도 변화를 밝히므로써, 고흡수성 수지를 이용한 상토의 보수성 증가에 기초 자료로 활용될 수 있도록 하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 고흡수성 수지

본 연구를 위한 고흡수성 수지는 polyacrylamide 계통의 Stocksorb C(Stockhausen, Inc., Greensboro, NC, USA)였다. 고흡수성 수지는 용기재배에 이용되는 점을 고려하여 직경 0.5 mm 이하를 사용하였다.

### 2. 각종 무기염이 고흡수성 수지의 수분흡수에 미치는 영향

본 연구를 위해서  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  그리고  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  등 식물 생육에서의 필수원소를 포함한 무기염을 0, 2.5, 5.0, 10.0 및 20.0 meq · L<sup>-1</sup>의 농도가 되도록 증류수에 용해시켰다. 조제된 용액에 Stocksorb C(STSB)를 0, 20, 40, 60, 90, 120, 180, 240, 1,040 및 1,440분 침지시킨 후 시간별로 중량을 측정하므로써 수분 흡수량을 조사하였다. 또한 비이온형 무기염인 요소(urea)를 대조구로 하여 수분흡수 특성을 비교하였으며, 관비재배시 이용되는 Hoagland 용액(Hoagland와 Arnon, 1950)의 농도를 1/8, 1/4, 1/2 및 1배액으로 조절하여 수분흡수 특성을 밝혔다.

### 3. 무기염 용액과 증류수에 교호 침지시 고흡수성 수지의 수분흡수 변화

온실에서의 작물재배는 매 관수시 시비를 병행하거나, 비료염의 농도를 높여 주 1회 시비하고 시비중간에는 관수만 하고 있다. 이러한 내용을 고려하여 무기염 용액에 침지한 후 증류수에 다시 침지하는 것을 반복할 때 변화하는 수분흡수량을 측정하기 위하여 본

실험을 수행하였다.

고흡수성 수지 STSB를 먼저 증류수에 24시간 침지한 후 중량을 측정하므로써 수분흡수량을 판단하였다. 이어서 20 meq · L<sup>-1</sup> 농도의  $\text{KNO}_3$  또는  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  용액에 침지시키고 24시간 후의 중량변화를 측정하여 수분 흡수량으로 하였다. 중량을 측정한 고흡수성 수지는 다시 증류수와  $\text{KNO}_3$  또는  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  용액에 24시간 간격으로 반복 침지하고 중량을 측정하므로써 수분흡수량의 변화를 조사하였다.

### 4. Hoagland 용액과 고흡수성 수지 간 무기성분 분포 관계

STSB를 비료용액에 침지시킬 경우 STSB가 비료용액의 무기염 농도에 미치는 영향을 판단하기 위해 본 실험을 수행하였다.

예비실험을 통해 1/8, 1/4, 1/2 및 1배의 Hoagland 용액에 STSB를 침지시켜 약 250 mL의 수분을 흡수하는 STSB의 양을 결정하였다. 결정된 고흡수성 수지의 양을 1/8, 1/4, 1/2 및 1배의 Hoagland 용액 500 mL에 침지시킨 후 상부를 유리로 덮어 증발을 방지하였으며, 다양한 시간 동안 침지시킨 후 변화된 STSB의 중량과 용액의 EC를 측정하였다. 또한 용액속의 무기염의 농도변화를 원자흡광분석계(Shimadzu, A.A. 860, Japan) 또는 ion chromatography(Metrohm 761 Compact IC, Switzerland)를 사용하여 고흡수성 수지가 치환하는 무기원소의 종류 및 양을 분석하였다.

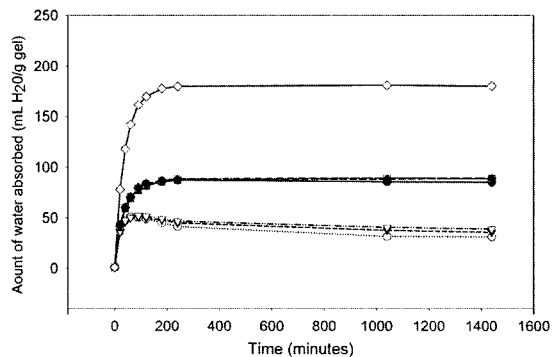


Fig. 1. Changes in the amount of water absorbed by Stocksorb C in fertilizer solutions containing 10 meq · L<sup>-1</sup> of each salt (●KNO<sub>3</sub>, □(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ▽MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, ○Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O, ■ NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, ◇ urea, ▼ Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, ◆ KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>).

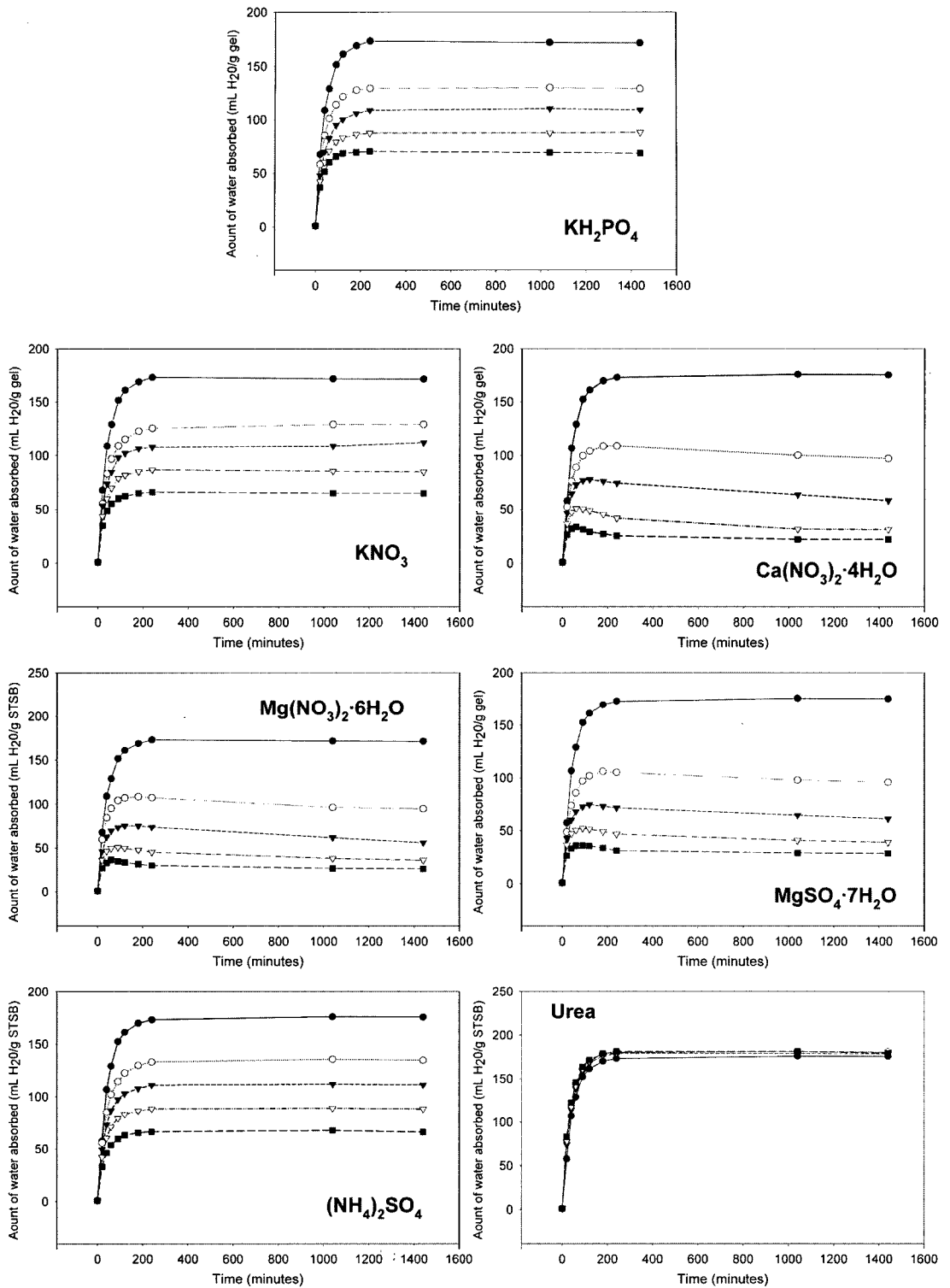


Fig. 2. Changes in the amount of water absorbed by Stocksorb C in fertilizer solutions containing 0 (●), 2.5 (○), 5.0 (▼), 10.0 (□) and 20.0 (■) meq·L<sup>-1</sup> of KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and urea.

## 결과 및 고찰

### 1. 각종 무기염이 고흡수성 수지의 수분흡수에 미치는 영향

각종 무기염의 농도를  $10 \text{ meq} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 조절한 용액에 STSB를 침지한 후 시간의 경과에 따른 수분 흡수량을 조사하여 Fig. 1에 나타내었다. 비이온인 요소를 용해시킨 용액에 STSB를 침지한 경우 최대 흡수량이 약  $180 \text{ meq} \cdot \text{L}^{-1}$ 였다. 2가 양이온이 포함된 용액에서 수분 흡수량 저하가 심하였는데,  $\text{Ca}^{2+}$ 에 의한 흡수량 저하가 가장 심하였고,  $\text{Mg}^{2+}$ 에 의한 흡수량 저하도 심하였다. 1가 양이온인  $\text{K}^+$ 나  $\text{NH}_4^+$ -N 등을 포함한 용액에서의 흡수량은 urea를 포함한 용액에서 보다 1/2 이하로 저하되었지만 2가 양이온에서 보다는 심하지 않았다.

Fig. 2에는 7종류 무기염 농도를 조절한 용액에서 시간 경과에 따른 STSB의 수분흡수량 차이를 나타내었다.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  용액의 경우 무처리에서  $175 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ 의 수분을 흡수하였고, 농도가 높아질수록 수분 흡수량이 적어졌으며,  $20 \text{ meq} \cdot \text{L}^{-1}$ 로 조절한 용액에서 약  $65 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ 의 수분을 흡수하였다.  $\text{KNO}_3$  용액에서의 수분 흡수량도  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 와 유사한 경향을 나타내었는데, 농도가 높아질수록 수분 흡수량이 적었고 농도가 가장 높았던  $20 \text{ meq} \cdot \text{L}^{-1}$ 에서의 흡수량도  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 와 유사하였다. 1가의 양이온과 2가의 음이온이 결합된  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 를 용해시킨 용액에서의 수분 흡수량도 농도가 높아질수록 저하되었으며  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 나  $\text{KNO}_3$ 와 유사한 흡수량 변화곡선을 나타내었다.

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 의 농도를 조절한 용액에 STSB를 침지시킨 경우 수분흡수능 저하가 아주 심하였다. 무처리에서 약  $170 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ 의 수분을 흡수하였으나  $2.5 \text{ meq} \cdot \text{L}^{-1}$  용액에서 약  $100 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $5.0 \text{ meq} \cdot \text{L}^{-1}$  용액에서  $60 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $10 \text{ meq} \cdot \text{L}^{-1}$  용액에서 약  $38 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ , 그리고  $20 \text{ meq} \cdot \text{L}^{-1}$  용액에서 약  $25 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ 의 수분을 최종적으로 흡수하여  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 의 농도가 높아질 경우 수분 흡수량의 저하가 심함을 알 수 있었다. 2가 양이온인  $\text{Mg}^{2+}$ 가 포함된  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  용액이나,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  용액에서의 흡수량 변화도  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 와 유사하였으며 고농도 용액에서의 수분 흡수량이 심하게 줄어들었다.

이상의 내용을 종합하면 고흡수성 수지 STSB의 수

분흡수량은 음이온보다 양이온에 더 큰 영향을 받으며, 1가 양이온보다 2가 양이온에 의한 수분흡수량 저하가 심함을 알 수 있었다. 비이온형인 요소의 농도를 높여도 STSB의 수분 흡수능은 큰 차이를 보이지 않았으며 무처리구와 유사한 수준의 수분흡수능을 갖는 것으로 조사되었다. 요소의 농도가 증가하여도 수분흡수량의 차이가 나타나지 않는 것은 Bowman 등(1991), Johnson(1984), 그리고 Wang과 Gregg(1990)가 지적한 바와 같이 STSB의 수분흡수량이 용액의 삼투포텐셜에 영향을 받지 않고 각 이온의 종류 및 농도에 영향을 받는 것을 의미한다. 또한 Bowman 등(1990)은 고흡수성 수지 내부에 형성된 carboxyl 그룹에서 1가의 양이온은 ionic bridge를 형성하지 못하나 2가의 양이온은 ionic bridge를 형성하므로써 고흡수성 수지 내부에 형성된 격자층을 파괴하고, 이로 인해 수분 흡수능을 더욱 심하게 훼손시킨다고 하였는데, 본 연구에서의 결과도 유사하였다고 생각된다.

Hoagland용액(Hoagland와 Arnon, 1950)의 농도를 1/8, 1/4, 1/2, 1배로 조절한 용액 속에 고흡수성 수지를 침지시키고 수분흡수량의 변화를 조사하여 그 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 양액농도를 1/8로 조절한 용액에서 24시간 후(1,440분) 약  $110 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ 의 수분을 흡수하였고, 1배 용액에서는 약  $30 \text{ mL} \cdot \text{g}^{-1}$ 의 수분을 흡수하여 농도가 높아질수록 수분흡수량이 적었다. 또한 최고흡수량까지 흡수량이 완만하게 증가하였고 고농도에서는 4시간 이후에 흡수량이 저하되었다.

### 2. 무기염 용액과 증류수에 교호 침지시 고흡수성 수지의 수분흡수 변화

증류수와 비료염 용액에 교호침지 함에 따라 수분흡

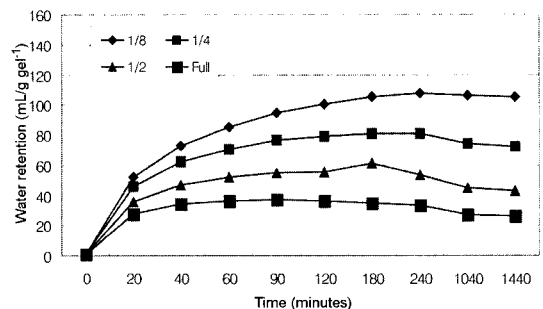
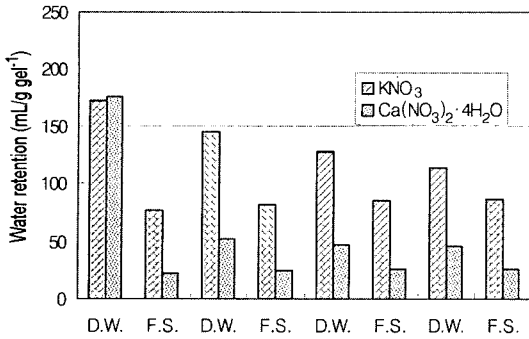


Fig. 3. Effect of strengths of a complete Hoagland's nutrient solution on water absorption of Stocksorb C.



**Fig. 4.** Changes in the amount of water absorbed by Stock-sorb C as influenced by sequential soaks in deionized water (DW) and fertilizer solution (FS). Gels were initially hydrated in deionized water for 24 hrs followed by 20 meq · L<sup>-1</sup> Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O or KNO<sub>3</sub> for 24 hrs. The transfer and reweighing was repeated on a daily basis for 6 more days (A: DW, B: DW+FS, C: DW+FS+DW, D: DW+FS+DW+FS, E: DW+FS+DW+FS+DW, F: DW+FS+DW+FS+DW+FS, G: DW+FS+DW+FS+DW+FS+DW, H: DW+FS+DW+FS+DW+FS+DW+FS).

수량이 점차 낮아졌으며 KNO<sub>3</sub>보다 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O 용액에서 그 정도가 심하였다(Fig. 4). 그러나 Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O 용액에 침지한 경우 실험 8일 후에도 약 25 mL · g<sup>-1</sup>의 수분을 흡수하였다. Bowman 등(1991)은 용액 속에 K/Ca의 비율을 다양하게 조절한 후 polyacrylamide 고흡수성 수지를 24시간 간격으로 염용액과 증류수에 9일간 교호침지 하였다. 그 결과 Ca의 비율이 높은 용액에서는 고흡수성 수지의 수분흡수능이 회복되지 않았지만, K의 비율이 높을 경우에는 고흡수성 수지의 수분흡수능이 약 77% 수준까지 회복되었다고 하였다. 그들은 이와 같은 현상이 발생하는 이유를 고흡수성 수지 내부에 형성된 양이온치환 부위에서 흡착력이 강한 Ca<sup>2+</sup>이 K<sup>+</sup>를 치환하고 대신 흡착하며, 흡착된 Ca<sup>2+</sup>이 고흡수성 수지 내부의 carboxyl기에서 ionic bridge를 형성 하면서 격자층을 파괴하여 수분흡수능을 저하시킨다고 하였다. Johnson(1984) 및 Wang과 Gregg(1990)도 유사한 보고를 하였다.

### 3. Hoagland 용액과 고흡수성 수지 간 무기성분 분포 관계

농도를 1/8, 1/4, 1/2 및 1배로 조절된 Hoagland 용액에 STSB를 침지한 후 시간 경과에 따른 외부 용액의 각종 무기원소 농도 변화를 Fig. 5에 나타내었다. Hoagland 용액의 농도가 높아질수록 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N의 농도

도 점차 높아졌으며 시간이 경과함에 따라 그 정도가 컸다. K<sup>+</sup> 농도의 변화에서도 STSB가 침지된 용액에서 초기 10분간은 낮아지다가 그 후 점차 상승하였고, 1 배 용액에서는 24시간(1,440분)후 약 1,100 mg · L<sup>-1</sup>로 높아졌다. Hoagland 용액의 농도가 낮아짐에 따라 용액내의 K<sup>+</sup> 농도도 점차 낮아져 1/8 용액에서는 약 200 mg · L<sup>-1</sup>이 되었다. 이와 같이 외부용액의 농도변화가 발생하는 원인은 고흡수성 수지의 구조와 양이온치환용량에 그 원인이 있다고 생각한다. STSB의 경우 합성과정에서 K<sup>+</sup>를 중심원자로 한 구조를 갖고 있다. 따라서 1가 양이온이 구조내부에 있는 K<sup>+</sup>를 치환시키고 대신 중심원자 역할을 함에 따라 K<sup>+</sup>가 용액으로 방출되었고, 외부 용액내의 K<sup>+</sup>가 증가한 원인이 되었다고 판단되었다.

용액내의 Ca<sup>2+</sup>과 Mg<sup>2+</sup> 농도 변화에서 Hoagland 용액의 농도가 낮아질수록 Ca<sup>2+</sup> 및 Mg<sup>2+</sup> 농도도 낮아졌다. 시간이 경과함에 따라 두 용액에서 Ca<sup>2+</sup>과 Mg<sup>2+</sup>의 농도가 점차 낮아진 것은 양이온치환 부위에 K를 치환하고 대신 흡착된 Ca<sup>2+</sup>과 Mg<sup>2+</sup>의 양이 점차 증가하였기 때문이라고 판단되며, 앞에서 설명한 바와 같이 시간 경과에 따라 수분흡수능이 저하된 것과 밀접한 관련이 있다고 판단되었다.

Hoagland 용액의 농도가 높아질수록 외부용액속의 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> 및 SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 등 음이온의 농도가 높았다. Bowman 등(1990; 1991), Johnson(1984) 및 Wang과 Gregg(1990)는 양이온이 고흡수성 수지의 수분흡수능에 크게 영향을 미치며, 음이온은 영양을 미치는 정도가 미미하다고 하였다. 본 연구에서도 Hoagland 용액의 농도가 높아질수록 외부용액의 음이온 농도가 높아졌는데, 이는 고흡수성 수지 보다는 STSB를 침지하기 전 용액 자체의 음이온 농도가 높았기 때문이라고 판단된다.

이상의 내용을 종합하면 STSB를 침지한 용액의 무기염 농도가 높을수록 STSB의 수분흡수능이 저하하였으며, 음이온 보다 양이온이 용해된 용액에서 심하였다. 또한 STSB를 침지한 외부용액속의 K<sup>+</sup> 농도가 상승하고 Ca<sup>2+</sup> 및 Mg<sup>2+</sup>의 농도가 저하하였다. 따라서 STSB를 혼합하여 상토의 보수성을 증가시키려고 할 때 양이온의 농도를 면밀하게 조절하여야 STSB의 보수성 감소를 적게하면서 근권부의 양이온 농도를 적절한 수준으로 유지할 수 있을 것이다.

무기염의 종류 및 농도가 Polyacrylamide 고흡수성 수지의 수분 흡수에 미치는 영향

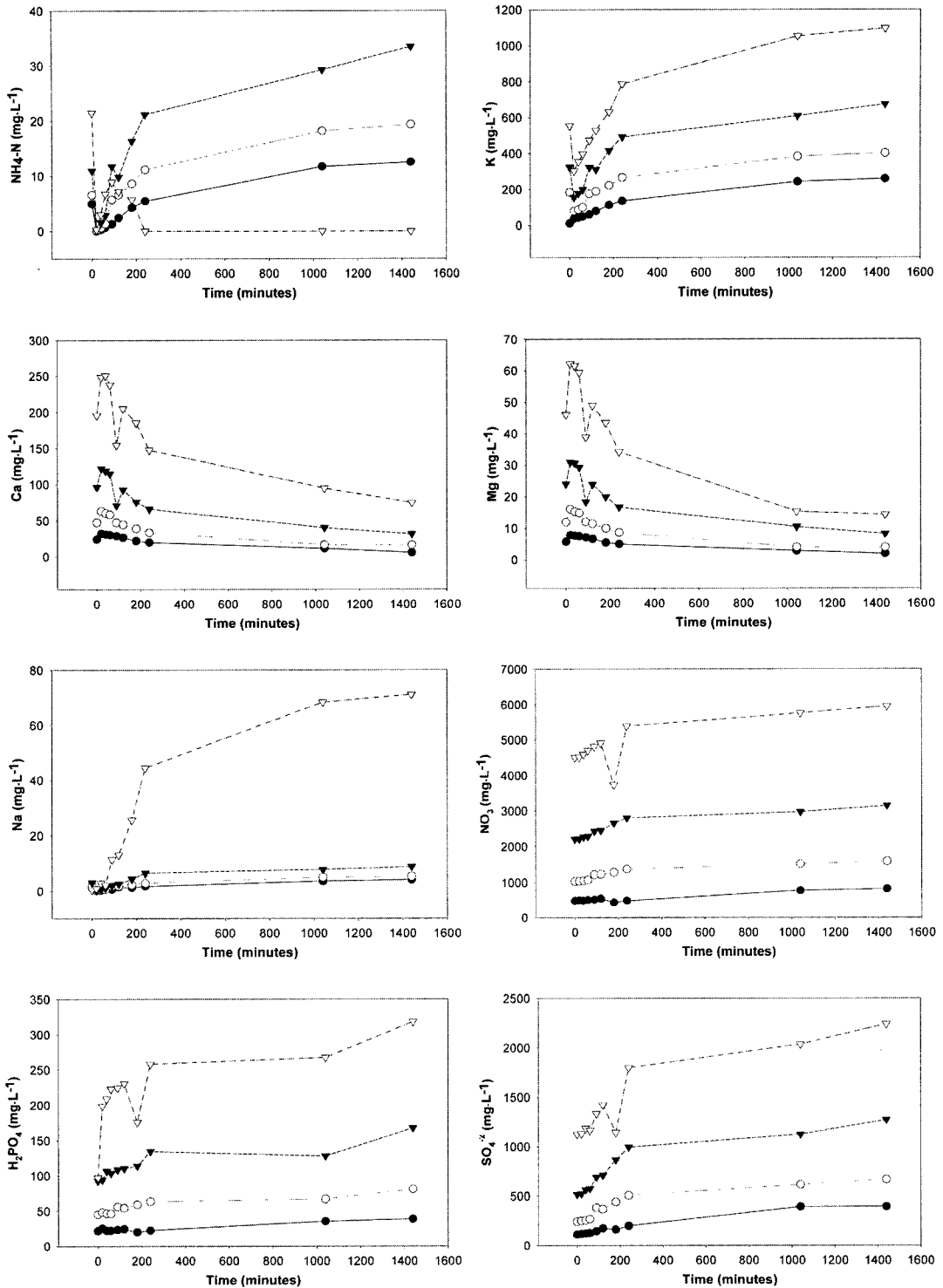


Fig. 5. Changes of  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , and  $\text{SO}_4^{2-}$  concentrations in external solution of Stockorb C as a function of time and initial strength of Hoagland solution in external solution (Initial strength of Hoagland solution: ● 1/8, ○ 1/4, ▼ 1/2, ▽ full strength).

**적 요**

본 연구는 상토의 보수성 증가를 위하여 혼합되는 acrylamide 계통 고흡수성 수지인 Stocksorb C(STSB)의 수분 흡수 특성, 수분 흡수에 영향을 미치는 각종 무기염의 종류 및 농도, STSB가 침지된 외부용액속의 무기염 농도 변화를 구명하고자 수행하였다. STSB의 수분 흡수량은 증류수에 침지한 경우 약 180 mL · g<sup>-1</sup>였다. 1가의 양이온을 포함한 염인 KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub> 또는 (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 용해시킨 용액의 농도가 높아질수록 흡수량이 저하되었으나 세 종류 양이온의 종류에 따른 차이는 크지 않았다. Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O를 다양한 농도로 용해시킨 용액 속에 STSB를 침지시킨 경우 수분흡수능 저하가 심하여 20 meq · L<sup>-1</sup> Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O 용액에서 약 25 mL · g<sup>-1</sup>의 수분을 흡수하였다. Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O나 MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O를 용해시킨 용액의 농도가 높아질수록 수분 흡수량이 심하게 저하하였고, 1가의 양이온이 포함된 염을 용해시킨 용액에서 보다 그 정도가 심하였다. 그러나 요소의 농도를 증가시킨 용액에서의 수분 흡수량은 저하되지 않았다. 침지 전 Hoagland 용액의 농도가 높거나, 침지시간이 길어질수록 STSB를 침지시킨 용액에서의 K<sup>+</sup> 및 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N의 농도가 점차 높아졌다. Hoagland 용액의 희석배수와 무관하게 침지시간이 길어질수록 외부용액의 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> 및 SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> 농도가 약간 상승하였고, 24시간 경과 후 각각 5,300, 250 및 1,500 mg · L<sup>-1</sup>의 농도로 분석되었다.

**주제어** : 1가 양이온, 2가 양이온, 외부용액의 무기염 농도

**인 용 문 헌**

1. Bowman, D.C., R.Y. Evans, and J.L. Paul. 1990. Fertilizer salts reduce hydration of polyacrylamide gels and affect physical properties of gel-amended container media. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:382-386.
2. Bowman, D.C., N.V. Reno, and R.Y. Evans. 1991. Calcium inhibition of polyacrylamide gel hydration is partially reversible by potassium. *HortScience* 26:1063-1065.
3. Foster, W.J. and G.J. Keever. 1989. Water absorption of hydrophilic polymers (hydrogels) reduced by media amendments. *J. Environ. Hort.* 8:113-114.
4. Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. *Calif. Agr. Exptl. Sta. Circ.* 347.
5. Ingram, D.L. and T.H. Yeager. 1987. Effects of irrigation frequency and a water-absorbing polymer amendment on *Ligustrum* growth and moisture retention by a container medium. *J. Environ. Hort.* 5:19-21.
6. Johnson, M.S. 1984. Effect of soluble salts on water absorption by gel-forming soil conditioner. *J. Sci. Food Agric.* 35:1063-1066.
7. Keever, G.J., G.S. Cobb, J.C. Stephenson, and W.J. Foster. 1989. Effect of hydrophilic polymer amendment on growth of container grown landscape plants. *J. Environ. Hort.* 7:52-56.
8. Wang, Y.T. and L.R. Gregg. 1990. Hydrophilic polymers-their response to soil amendments and effect on properties of a soilless potting mix. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:943-948.