

# Polyoxyethylene Octylphenyl Ether를 포함한 계면활성제 혼합물의 토양 잔류성 및 상토의 초기습윤화와 수분이동에 미치는 영향

최종명\* · 민경래<sup>1</sup> · 최종승

배재대학교 자연과학대학 원예조경학부, <sup>1</sup>(주)동방아그로

## Soil Residual Activity of Surfactant Mixtures Containing Polyoxyethylene Octylphenyl Ether and Their Effect on Initial Wetting and Water Movement in Container Media

Jong Myung Choi\*, Kyung Rae Min<sup>1</sup>, and Jong Seung Choi

*Division of Horticulture & Landscape Architecture, Pai Chai Univ., Taejon 305-764, Korea*

*<sup>1</sup>Dong Bang Agro Corp., Yangwha-myun, Puyo-gun, Chungnam 323-930, Korea*

\*corresponding author

**ABSTRACT** In developing soil wetting agent using polyoxyethylene octylphenyl ether [ $C_8H_{17}O(C_2H_4O)_{10}H$ , POE], the effect of mixtures of POE and polyoxyethylene+polypropyleneoxide tridecylether (1:1, w/w, CM-1), polyoxyethylene+polypropyleneoxide tridecylether+propyleneglycol monomethylether (1:1:2, w/w/w, CM-2) or glycerin+ditridecyl phthalate (1:1, w/w, CM-3) on changes of concentration of POE, initial wetting, evaporative water loss, water infiltration, and changes of physical properties in root media were determined. The mixtures of POE and CM-1, 2, or 3 with zeolite or vermiculite as carrier had high concentrations of POE in root media during 6 elution times, but those after 6 times decreased rapidly indicating unstable elution of POE. The commercial AquaGro was more effective than the mixtures of POE+CM-1, 2, or 3 in water retention during 18 hours. Root media incorporated with POE+CM-2 held more water than any other treatments at 84 hours after watering, but the differences among treatments except control were not significant. In the treatments with zeolite as a carrier, POE+CM-3 had the greatest evaporative water loss followed by POE+CM-2, AquaGro, control, and POE+CM-2. In the treatments with vermiculite as a carrier, POE+CM-1 had the highest evaporative water loss followed by POE+CM-3, AquaGro, control, and POE+CM-2. In the effect of mixtures with zeolite as a carrier on infiltration of water into root media, the treatment of POE+CM-1 had the highest amount of water infiltrated followed by POE+CM-3, AquaGro, POE+CM-2, and control. In the effect of mixtures with vermiculite as a carrier on infiltration of water into root media, the treatment of POE+CM-3 had the highest amount of water infiltrated followed by AquaGro, POE+CM-1, POE+CM-2, and control.

**Additional key words:** evaporative water loss, water movement, water retention

### 서 언

국내에서 이용하는 피트모스와 코이어 또는 피트모스와 코이어에 기초한 포트 및 플러그용 상토는 직수입되거나 중간 도매상을 통해 수입된 후 재포장되어 시판되고 있는데, 수송비를 절감하기 위해 완전히 건조시키고 잘게 부순 상태로 압축시켜 수송한다. 피트모스, 코이어, 왕겨 등의 유기물질은 완전히 건조될 경우 소수성

으로 변하여 수분을 보유하기가 어렵고 초기 습윤화과정(initial wetting period)이 길어지는 문제점을 갖는다(Nelson, 1991). 충분한 토양수를 보유하지 못한 상토를 플러그 트레이나 포트에 채워넣고 종자를 파종하거나 유묘를 이식할 경우, 파종된 종자나 포트에 이식된 식물의 뿌리가 수분을 흡수할 수 없어 초기 생육이 느리고 심지어 고사하는 경우도 발생한다(Nelson, 1991).

미국의 경우 1960년대 이후 상토의 소수성을 극복하기 위한 많은 연구가 수행되어 왔고(Blom과 Piott, 1992; Bowman 등, 1990; Elliot, 1992; Fonteno와 Bilderback, 1993; Prince와 Cunningham, 1990), 재배농가에서도 상토를 이용한 원예작물 재배시 소수성을 극복하기 위하여 지속적인 관수와 함께 1주일 이상 야적 후

※ This work was supported by grant No. 981-0602-004-2 from the Basic Research program of the Korea Science & Engineering Foundation. Use of trade names in this publication does not imply endorsement of the products named nor criticism of similar ones not mentioned.

이용하거나, 이러한 불편을 해소하기 위하여 대부분의 농가에서 토양습윤제를 이용하고 있다.

유기물질이 혼합된 상토에 토양습윤제를 첨가할 경우 습윤제가 토양수의 장력을 감소시키고 토양의 보수성을 증가시키는데, 토양습윤제는 한 분자 내에 친수기(hydrophilic)와 친유기(lipophilic, hydrophobic)를 동시에 갖는다. 그러므로 토양수와 습윤제가 혼합되면, 습윤제의 친유성 부분은 토양수의 표면에 모이게 되고 친수성 부분은 물과 결합한 상태로 존재한다. 결과적으로 물의 응집력, 표면장력 및 점착력이 물리적으로 깨지거나 감소하여 쉽게 물과 상토의 접촉면적을 증가시킨다. 물과 상토의 접촉면적이 증가하면 토양수의 분산(dispersion)을 용이하게 하고, 건조된 상토의 입자간 공극으로 또는 물로 포화된 상토의 중심부로부터 표토로의 수분이동을 용이하게 한다. 어떠한 경우든 토양습윤제를 이용하게 되면, 토양수의 물리적인 결합을 보완하여 토양수의 이동을 증가시키는 것으로 알려져 있다(Elliott, 1992; Powel, 1982).

국내에도 온실산업이 급격히 팽창하고, 혼합상토 조제시 과거에 많이 이용하던 노지토양 대신 유기물질의 혼합비율을 증가시킨 순수한 개념의 인공상토의 이용량이 증가하고 있다. 따라서 토양습윤제의 개발 필요성이 급격히 증가하고 또 관련 연구결과가 시급하다고 할 수 있다.

본 연구는 비이온계 계면활성제인 polyoxyethylene octylphenyl ether를 이용하여 토양습윤제를 개발하는 과정에서 부 계면활성제의 종류를 달리하여 조제된 습윤제가 상토의 초기습윤화 및 토양수의 이동에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다.

## 재료 및 방법

비이온계 계면활성제인 polyoxyethylene octylphenyl ether [ $C_8H_{17}O(C_2H_4O)_{10}H$ , 이후 POE로 지칭]를 주 계면활성제로 선별하고, polyoxyethylene+polypropyleneoxide tridecylether(1:1, w/w, 이후 CM-1으로 지칭), polyoxyethylene+polypropyleneoxide tridecylether+propyleneglycol monomethylether(1:1:2, w/w/w, CM-2로 지칭) 및 glycerin+ditridecyl phthalate(1:1, w/w, CM-3로 지칭) 등 3종류의 부 계면활성제, 그리고 질석(vermiculite) 또는 비석(zeolite)을 증량제로 혼합하여 토양습윤제를 조제하였다. 증량제의 최대 흡유가를 고려하여 질석이 증량제로 이용될 경우 증량비로 상기한 주 계면활성제를 10%, 부 계면활성제 10%, 고흡수성 수지(acryl amide, 송원산업) 1%, 그리고 증량제를 79% 첨가하여 토양습윤제를 조제하였다. 비석을 증량제로 이용할 경우 상기한 주 계면활성제를 5%, 부 계면활성제 5%, 고흡수성 수지 1%와 89%의 증량제를 혼합하여 토양습윤제를 조제하였다.

본 연구에 이용된 기본상토는 건조시킨 상태로 질석(vermiculitr, 원예용 #2)과 피트모스(Canadian sphagnum peatmoss)가 1:1(v/v)로 혼합된 물질였으며, 혼합과정에서 조제된 토양습윤제를 일정비율로 첨가하였다.

조제된 토양습윤제의 토양 중 잔류특성을 분석하기 위하여 혼합상토에 조제된 토양습윤제를  $0.5g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 상토조제 과정에서 첨가하였고, 최상부 직경(internal diameter)이 101mm, 용적이 525mL인 플라스틱 포트에 충전하였다. 이후 저면관수 방법으로 상토를 포화시킨 후 30분을 기다렸다가 500mL의 증류수로 상부에서 관수하여 포트내의 상토를 씻어내었으며, 씻어낸 용액에 포함된 토양습윤제를 분석하였다. 용탈시 재배농가에서 매주 3회 관수하는 것을 고려하여 3회 동안 수집된 수분량을 종합하고 메스실린더를 이용하여 총 수분량을 측정하였다. 이중 일부를 분석용으로 이용하였는데 용액 내의 토양습윤제 농도는 흡광분석기를 이용하여 322nm에서 흡광치를 측정한 후 표준용액과 비교하여 농도를 산출하였다(JIS, 1975).

조제된 토양습윤제가 상토의 초기 습윤화 과정에 미치는 영향을 구명하기 위해 상기한 바와 같이 상토를 조제하였고 동일한 비율로 조제된 토양습윤제를 첨가하였다. 이후 상층부 내경 131mm인 플라스틱 포트에 토양습윤제가 혼합된 상토를 충전하였으며, 각 포트는 상부에서 500mL를 관수한 후 1시간을 기다렸다가 포트의 무게를 측정하여 상토가 보유한 수분량을 계산하였다. 처음 24시간은 2시간 간격으로, 이후에는 12시간 간격으로 변화된 포트의 무게를 조사하였다.

조제된 토양습윤제가 상토의 수분 증발량에 미치는 영향을 구명하기 위하여, 혼합상토에 조제한 토양습윤제를  $0.5g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 혼합과정에서 첨가하였다. 토양습윤제를 포함한 상토는 상층부 내경 131mm인 플라스틱 포트에 충전한 후 저면관수 방법으로 48시간 동안 관수 후 다시 24시간 동안 배수시켰다. 이후 주/야간 온도를  $27/24^{\circ}C$ 로 조절한 성장상으로 옮기고 12시간 간격으로 무게를 측정하여 감소된 수분량을 계산하였다.

조제된 토양습윤제가 상토내에서 단위시간당 수분이동 및 상토 안으로 침투하는 수분량에 미치는 영향을 측정하였다. 상토의 수분이동에 미치는 영향을 측정하기 위해 혼합상토에  $0.5g \cdot L^{-1}$ 의 비율로 토양습윤제를 첨가하였으며, 상토가 충분한 수분을 보유하도록 증류수를 살포한 후 혼합하였고 잘게 부수었다. 이후 실내에서 풍건시켰으며 20mesh 체(직경 0.95mm)를 통과한 상토만 본 실험에 이용하였다. 풍건되고 20mesh 체를 통과한 상토는 내부 직경이 50mm이고 높이가 500mm이며 4점의 가제로 하단부를 막은 유리 컬럼 안으로 충전하였다. 충전시 유리컬럼을 5회 동안 고무판 위로 두드리 컬럼 안의 상토가 균일한 밀도를 갖도록 가비중을 조절하였는데, 목표 가비중을  $0.180g \cdot cm^{-3}$ 로 설정하였고 모든 실험에서 가비중의 편차가 3% 이내에 들도록 조절하였다. 이후 모든 실험은 Letey 등(1962)의 방법에 준하여 수행하였으며, 단위시간 당 토양수가 상토 내에서 수직으로 하강하는 속도와 상토 안으로 침투하는 수분량을 측정하였다. 또한 토양습윤제가 상토의 진비중, 가비중, 용기용수량, 공극률에 미치는 영향을 측정하였는데 Bilderback 등(1982)의 방법에 준하였다.

토양잔류성 실험을 제외한 앞에서의 모든 실험은 토양습윤제를

처리하지 않은 무처리구와 AquaGro<sup>®</sup>(Polyoxyethylene ester and ether of cyclic acid and alkylated phenols, AquaTrols Co. Pennsauhen, NJ)를 0.5g · L<sup>-1</sup>의 비율로 혼합한 처리를 대조구로 하여 각각 5반복으로 수행하였으며, Costat program(Cohort Software, Berkeley, CA)을 이용하여 각 처리간 표준오차를 구하였다.

### 결과 및 고찰

POE와 CM-1, 2 및 3을 조합하고 비석을 증량제로 하여 토양습윤제를 조제한 후 상토 내에서의 용출량을 분석한 결과는 Fig. 1에 나타낸 바와 같다. POE와 CM-1, 2 및 3을 조합한 경우 초기용출

량이 많았으며 POE+CM-1은 5회 이후에, POE+CM-2는 6회 이후 급격히 용출량이 감소하여 불안정한 용출곡선을 보이고 있다. 누적용출량(cumulative concentrations, Fig. 2)에서는 POE+CM-2와 POE+CM-3의 용출량이 많았고 POE+CM-1의 용출량이 적었다. 질석이 증량제로 혼합된 경우 POE+CM-1과 POE+CM-3의 초기용출량이 많았으나 용출량이 급격히 감소하였으며, POE+CM-1의 경우 6주 이후에는 용출되는 POE가 거의 없었다. POE+CM-2의 경우 3회 이후부터 용출량이 많았고 실험기간동안 다른 처리보다 높은 농도를 유지하였다(Fig. 3). 질석이 증량제로 이용된 POE+CM-2의 누적용출량은 약 3,200mg · L<sup>-1</sup>으로 POE+CM-3의 2,600mg · L<sup>-1</sup>, 그리고 POE+CM-1의 2,200mg · L<sup>-1</sup>보다 뚜렷하게 높았다(Fig. 4). 비석이 증량제로 혼합된 경우 POE+CM-2와

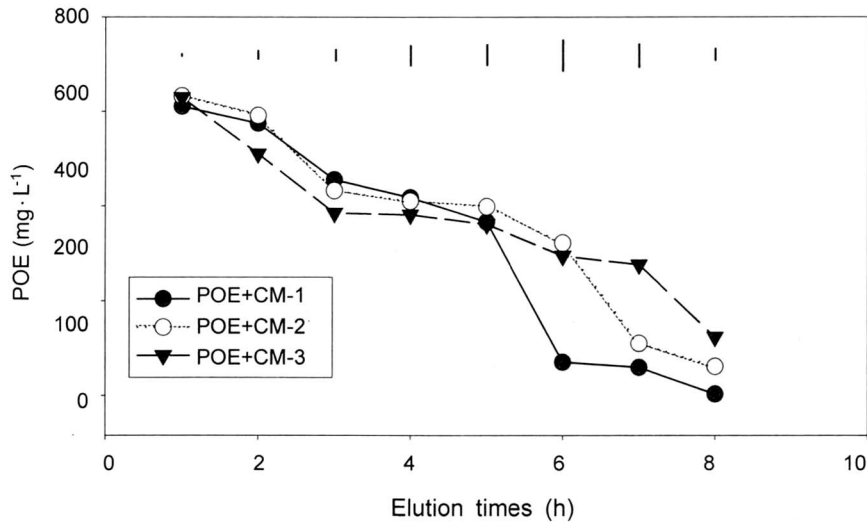


Fig. 1. Effect of mixtures of surfactants with zeolite as carrier on changes of concentration of polyoxyethylene octylphenyl ether (POE) in root media where mixtures had been incorporated with the ratio of 0.5 g to one liter of peat-vermiculite media. Points represent mean of five replications. Vertical bars represent 1 SE among treatments in each elution times.

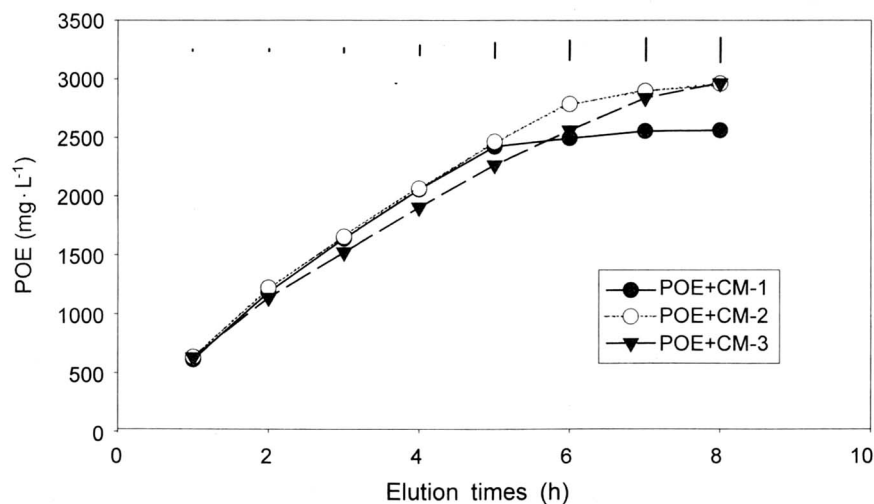


Fig. 2. Effect of mixtures of surfactants with zeolite as carrier on changes of cumulative concentrations of polyoxyethylene octylphenyl ether (POE) in root media where the mixtures had been incorporated with the ratio of 0.5 g to one liter of peat-vermiculite root media. Points represent mean of five replications. Vertical bars represent 1 SE among treatments in each elution times.

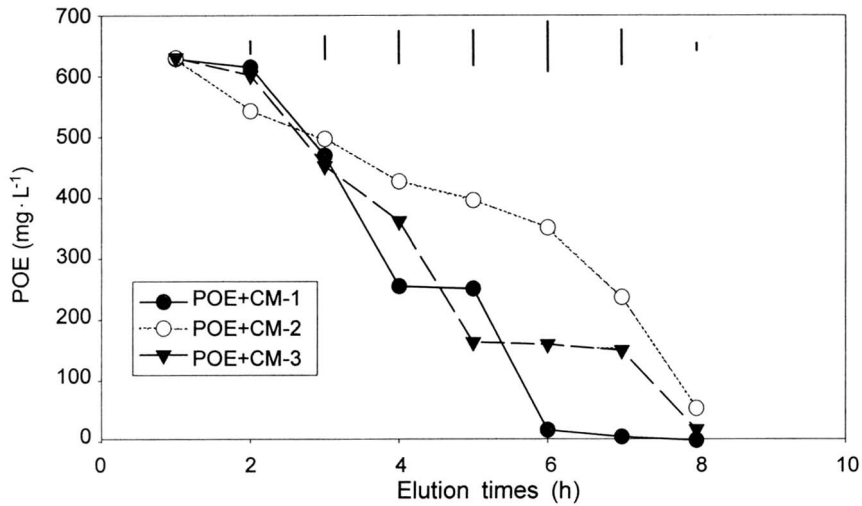


Fig. 3. Effect of mixtures of surfactants with vermiculite as carrier on changes of concentrations of polyoxyethylene octylphenyl ether (POE) in root media where mixtures had been incorporated with the ratio of 0.5 g to one liter of peat-vermiculite media. Points represent mean of five replications. Vertical bars represent 1 SE among treatments in each elution times.

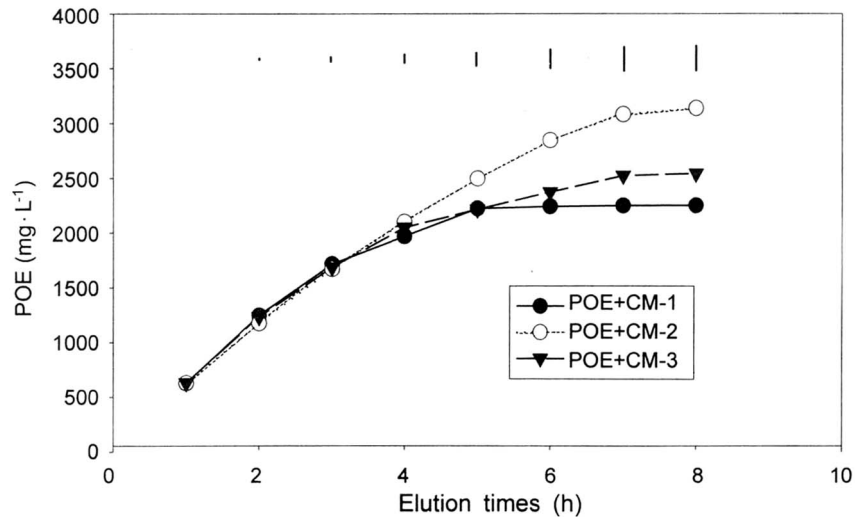


Fig. 4. Effect of mixtures of surfactants with vermiculite as carrier on changes of cumulative concentrations of polyoxyethylene octylphenyl ether (POE) where mixtures had been incorporated with the ratio of 0.5 g to one liter of peat-vermiculite media. Points represent mean of five replications. Vertical bars represent 1 SE among treatments in each elution times.

POE+CM-3 간의 용출량 차이가 적었으나(Fig. 2), 질석이 증량제로 이용된 경우 두 처리간 차이가 뚜렷하여 약  $500\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  정도의 차이를 보이고 있다.

비석이나 질석을 증량제로 조제된 POE+CM-1, -2 및 -3이 상토의 초기 흡윤화에 미치는 영향은 Fig. 5와 6에 나타내었다. AquaGro가 혼합된 처리가 다른 모든 처리보다 초기 18시간 동안의 수분 보유량이 많아 상토의 초기 흡윤화 과정에 효과적이었으나 무처리구를 제외한 모든 토양흡윤제 혼합처리구간의 차이는 뚜렷하지 않았다. 그러나 84시간 후에 조사한 결과에서는 비석이나 질석 등 증량제의 종류에 관계없이 POE+CM-2처리구에서 총 수분 보유량이 많았으나 무처리구를 제외한 모든 처리에서 그 차이는 크

지 않았다. Powel(1982)은 유기상토에 흡윤제를 혼합할 경우 토양수의 극성 및 계면장력을 낮추기 때문에 상토와 토양수의 접촉면적을 증가시키며 결과적으로 짧은 시간에 유기상토가 수분을 보유한다고 하였다. 본 연구에서도 증량제의 종류와 무관하게 토양흡윤제 혼합 처리구에서 상토가 빠르게 수분을 보유하는 것이 입증되었다고 판단된다.

상토에 조제된 토양흡윤제를 혼합한 후 24시간 동안 저면관수 방법으로 상토를 포화시키고 성장상으로 옮겨 증발에 의한 상토의 수분 상실량을 조사한 결과를 Fig. 7과 8에 나타내었다. 상토의 증발량은 증량제에 의해 뚜렷하게 영향을 받았으며 비석이나 질석으로 이용된 경우 POE+CM-3가 혼합된 상토의 증발속도가 가장 빨랐

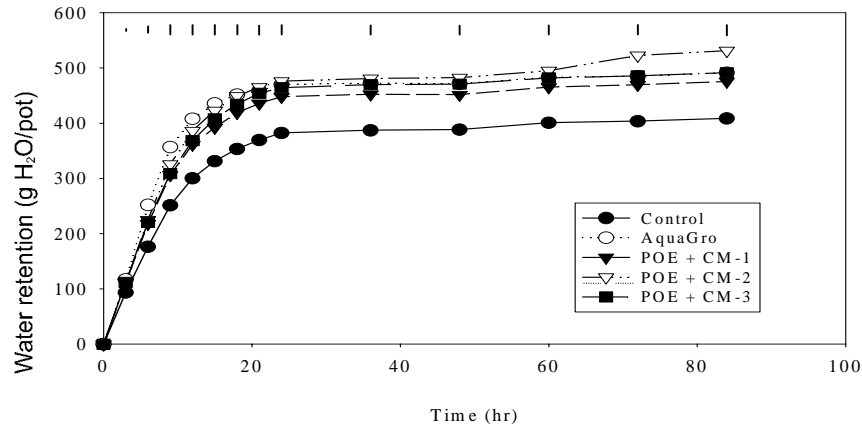


Fig. 5. Effect of mixtures of surfactants with zeolite as carrier on initial wetting of root media where the mixtures and AquaGro had been incorporated with the ratio of 0.5 g to one liter of peat-vermiculite media. Points represent mean of five replications. Vertical bars represent 1 SE among treatments in each hour determined.

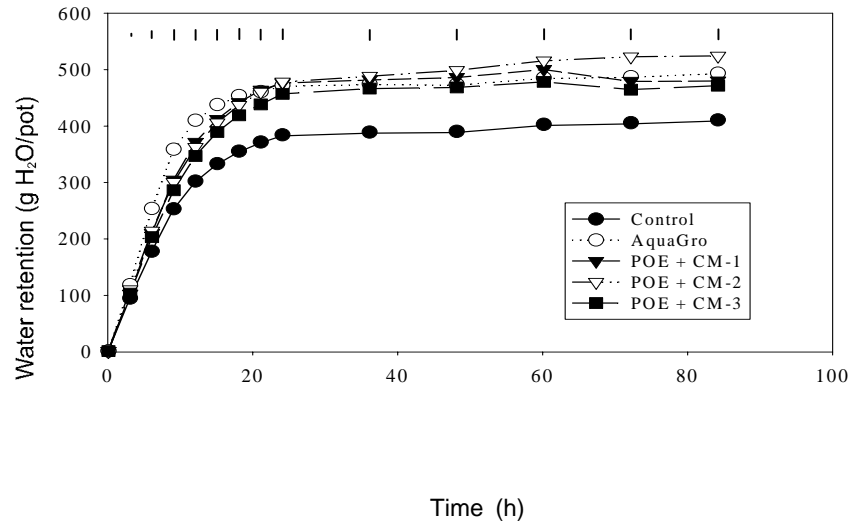


Fig. 6. Effect of mixtures of surfactants with vermiculite as carrier on initial wetting of root media where the mixtures and AquaGro had been incorporated with the ratio of 0.5 g to one liter of peat-vermiculite media. Points represent mean of five replications. Vertical bars represent 1 SE among treatments in each hour determined.

고, POE+CM-2, AquaGro, 무처리구, 그리고 POE+CM-1의 순으로 느려지는 경향이였다. 그러나 질석이 증량제로 이용된 경우 POE+CM-1의 증발속도가 다른 처리들보다 월등히 빨라 증발량이 많았으며, POE+CM-3, AquaGro, 무처리구 그리고 POE+CM-2의 순으로 느려지는 경향이였다. 이와 같이 증량제의 종류에 따라 증발량에서 차이가 발생하는 것은 증량제의 수화도 및 극성과 상관관계가 있는 것으로 판단된다. 본 연구를 수행하는 과정에서 CIPAC(1970)에서 규정한 방법(MT 53 method)에 의해 질석과 비석을 증량제로 이용하고 POE+CM-1, 2 및 3을 조합하여 조제된 각 토양습윤제의 수화도를 측정할 바 있다(미발표 자료). 비석이 증량제로 이용된 경우 製劑의 수중 침강속도가 2초 이내로 수화성

이 매우 높았으나, 질석이 증량제로 이용된 경우 製劑가 수중에서 가라앉는 데 10분 이상 요구되어 수화성이 매우 낮았다.

수화성의 차이는 증량제의 극성이 다름을 의미하며, 수화성이 높고 극성이 강한 비석과 수화성이 낮고 비극성이 강한 질석이 각각 다르게 상토의 증발량에 영향을 미쳤다고 판단된다. 즉, 극성이 강한 비석이 증량제로 이용될 경우 계면활성제나 토양수에 대한 흡착력이 강하여 증발량이 적을 수밖에 없다고 판단되며, 비석의 극성이 강하기 때문에 증발량을 증가시키기 위해서는 극성이 강하고 HLB(hydrophilic-lipophilic balance) 값이 높은 계면활성제를 도입하는 것이 바람직하다고 판단된다. 세종류의 계면활성제중 HLB 값이 낮은 CM-1과 POE를 혼합하여 조제된 토양습윤제가

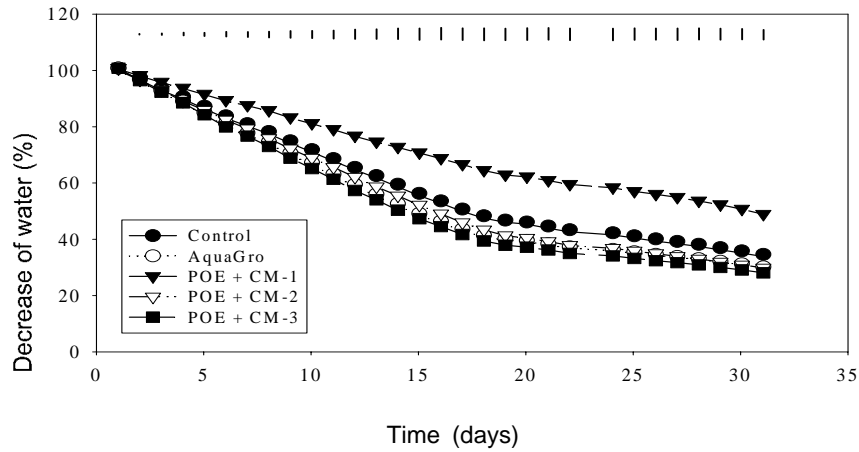


Fig. 7. Effect of mixtures of surfactants with zeolite as carrier on evaporative water loss of root media in percent where the mixtures and AquaGro had been incorporated with the ratio of 0.5 g to one liter of peat-vermiculite media. Points represent mean of five replications. Vertical bars represent 1 SE among treatments in each day determined.

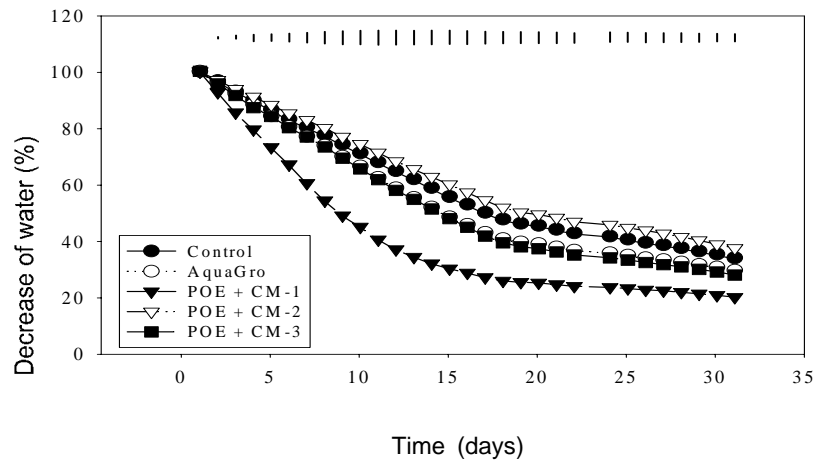


Fig. 8. Effect of mixtures of surfactants with vermiculite as carrier on evaporative water loss of root media in percent where the mixtures and AquaGro had been incorporated with the ratio of 0.5 g to one liter of peat-vermiculite media. Points represent mean of five replications. Vertical bars represent 1 SE among treatments in each day determined.

혼합된 처리에서 극성의 차이로 인해 상토의 증발량이 가장 적었으며, CM-2의 경우 HLB 값이 CM-1보다 높고 결과적으로 증발량이 많았다고 판단되었다. 그러나 비극성이 강한 질석이 증량제로 이용된 경우 비극성이 강하고 HLB 값이 낮은 CM-1과 혼합된 처리에서 가장 빠르게 수분을 상실하였고, 극성이 강하고 HLB 값이 높은 CM-2가 혼합된 처리에서 수분 상실량이 적었다. Powel (1982)에 의하면 증산에 의한 수분상실이 빠르게 이루어지는 상토에서는 불포화류의 이동이 빠르게 일어나며, 불포화류의 이동속도가 빠름은 상토내의 수분이 짧은 시간에 평형상태에 도달하는 것을 의미하고 작물생육에 바람직하다고 하였다. 따라서 토양수를 오랫동안 흡착하는 토양습윤제 보다는 빨리 마르는 토양습윤제가 바람

직하다고 판단되며 비석이 증량제로 이용될 경우 POE+CM-2이, 질석이 증량제로 이용될 경우에는 POE+CM-1이 효과적이라고 판단되었다.

직경 5.5cm의 유리컬럼에서 토양수가 상토를 적시며 수직으로 하강하는 단위시간당 이동거리를 Fig. 9와 10에 나타내었다. POE+CM-2와 무처리구의 경우 증량제의 종류에 관계없이 이동속도가 가장 느렸으며 두 처리간 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 그러나 비석이 증량제로 이용된 경우 POE+CM-1의 이동속도가 빨라 10분에 약 30cm를 이동하였으나 무처리구의 경우 약 16cm를 이동하여 2배 가까운 차이를 보였다. POE+CM-3와 AquaGro가 혼합된 두 처리간에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았고 약 23cm 정도를

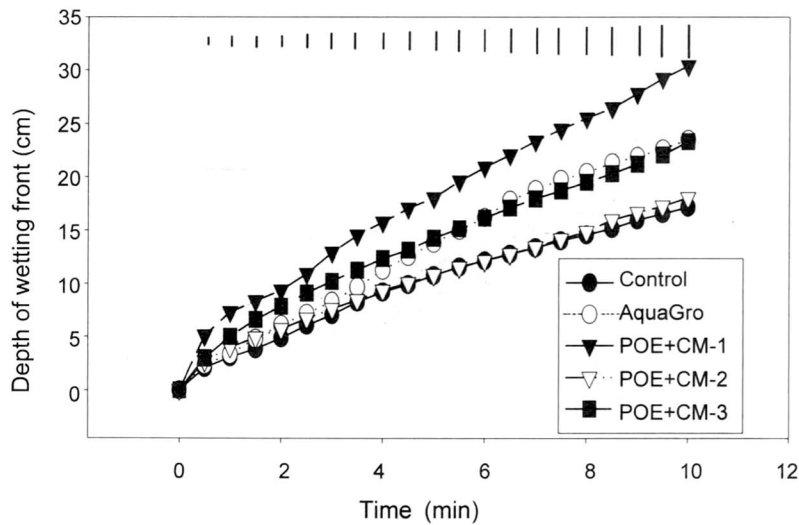


Fig. 9. Effect of mixtures of surfactants with zeolite as carriers on position of wetting front of water infiltrating into root media where the mixtures and AquaGro had been incorporated with the ratio of 0.5 g to one liter of peat-vermiculite media. Points represent mean of five replications. Vertical bars represent 1 SE among treatments in each minute determined.

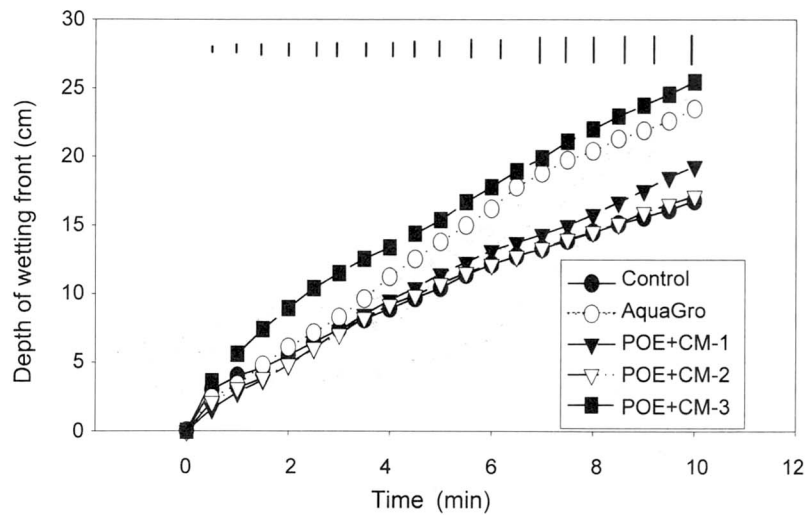


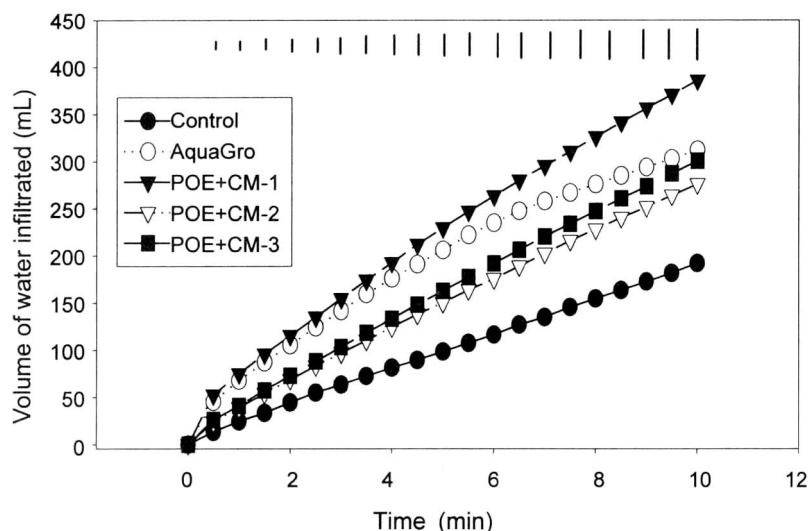
Fig. 10. Effect of mixtures of surfactants with vermiculite as carrier on position of wetting front of water infiltrating into root media where the mixtures and AquaGro had been incorporated with the ratio of 0.5 g to one liter of peat-vermiculite media. Points represent mean of five replications. Vertical bars represent 1 SE among treatments in each minutes determined.

이동하여 POE+CM-1과 무처리구의 중간 정도를 보였다. 그러나 질석이 증량제로 이용된 경우 POE+CM-3가 혼합된 처리에서 가장 빠르게 토양수의 이동이 일어났으며 AquaGro, POE+CM-1, POE+CM-2 및 무처리구의 순으로 느려지는 경향이었는데, POE+CM-3와 AquaGro를 제외한 각 처리간에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

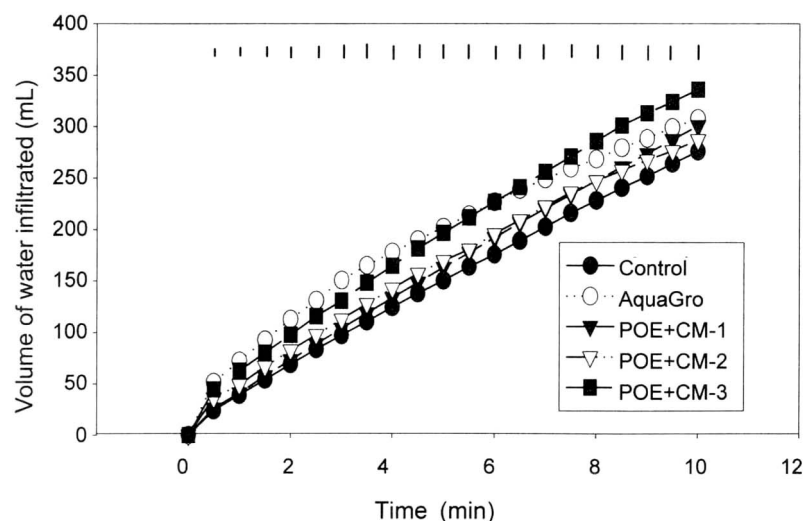
단위시간당 상토 안으로 침투되는 수분량을 측정된 결과는 Fig. 11과 12에 나타내었다. 비석이 증량제로 혼합된 경우 질석이 증량제로 혼합된 각 처리보다 처리간 차이가 뚜렷하였는데, 비석이 증량제로 이용된 경우 POE+CM-1, POE+CM-3, AquaGro, POE+CM-2 및 무처리구의 순으로 단위시간당 침투되는 수분량이 적어

지는 경향이였다. 질석이 증량제로 이용된 경우에는 POE+CM-3, AquaGro, POE+CM-1, POE+CM-2 및 무처리구의 순으로 단위 시간당 침투되는 수분량이 적어지는 경향이였다. 컬럼 안으로의 수분 이동 및 단위시간당 침투수분량은 계면활성제 및 증량제의 극성을 고려할 때 예상과는 상반된 결과이며 추후 보완연구가 필요하다고 판단되었다.

POE와 CM-1, 2 및 3을 조합하고 증량제로 질석을 혼합하여 조제한 토양습윤제가 상토의 물리성 변화에 미치는 영향을 Table 1에 나타내었다. 공극률에서는 무처리구가 86%, AquaGro 87%, POE+CM-1가 87% 그리고 POE+CM-3은 86%로 POE와 CM-1, 2 및 3을 처리한 피트모스+질석 상토의 공극률에서는 유의차를 찾



**Fig. 11.** Effect of mixtures of surfactants with zeolite as carriers on amount of water infiltrating into root media where the mixtures and AquaGro had been incorporated with the ratio of 0.5 g to one liter of peat-vermiculite media. Points represent mean of five replications. Vertical bars represent 1 SE among treatments in each minute determined.



**Fig. 12.** Effect of mixtures of surfactants with vermiculite as carriers on amount of water infiltrating into root media where the mixtures and AquaGro had been incorporated with the ratio of 0.5 g to one liter of peat-vermiculite media. Points represent mean of five replications. Vertical bars represent 1 SE among treatments in each minute determined.

**Table 1.** Characteristics in soil physical properties of peat-vermiculite media in which mixtures of POE and CM-1, 2 and 3 as soil wetting agents with vermiculite as carrier had been incorporated.

Treatment	Total porosity (%)	Container capacity (%)	Air space (%)	Bulk density ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	Particle density ( $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	Residual water (mL)
Control	86.62	79.06	7.56	0.156	1.18	269.6
AquaGro 0.5g · L <sup>-1</sup>	86.89	79.97	6.92	0.164	1.09	280.5
POE+CM-1	86.56	79.94	6.62	0.150	1.17	278.3
POE+CM-2	87.33	80.99	6.34	0.152	1.18	287.9
POE+CM-3	86.16	79.33	6.83	0.149	1.10	277.5
LSD <sub>0.05</sub>	2.95	1.53	1.77	0.022	0.16	5.33



을 수 없었다. 용기용수량에서는 무처리구가 79%로 가장 낮았고 POE+CM-2 처리가 81%로 가장 높았으며 통계적인 차이도 인정되었다. 그러나 기상률, 가비중(bulk density), 진비중(particle density)에서는 유의차가 인정되지 않았다. 잔존수분량(residual water)에서도 유의차가 인정되어 POE+CM-2가 가장 높게 측정되었고 무처리구가 가장 낮았다.

## 초 록

본 연구는 토양습윤제를 개발하기 위해 비이온계 계면활성제인 polyoxyethylene octylphenyl ether[C<sub>8</sub>H<sub>17</sub>O(C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O)<sub>10</sub>H, POE]를 주 계면활성제로, polyoxyethylene+polypropyleneoxide tridecylether(1:1, w/w, CM-1), polyoxyethylene+polypropyleneoxide tridecylether+propyleneglycol monomethylether(1:1:2, w/w/w, CM-2) 및 glycerin+ditridecyl phthalate(1:1, w/w, CM-3) 등 3종류의 부 계면활성제, 그리고 질석과 비석을 증량제로 조합하여 상토 내 농도변화, 초기습윤화에 미치는 영향 및 상토의 물리적 특성에 미치는 영향 등을 조사하였다. 비석이나 질석이 증량제로 이용되고 POE와 CM-1, 2 또는 3을 조합한 경우 초기용출량이 많았으며 6회 이후 급격히 감소하여 불안정한 용출곡선을 보였다. POE+CM-1, 2 또는 3이 상토의 초기습윤화에 미치는 영향에서 AquaGro가 혼합된 처리가 다른 모든 처리보다 초기 18시간 동안의 수분 보유량이 많았으나 처리간 차이가 뚜렷하지 않았으며, 84시간 이후에는 POE+CM-2 처리에서 가장 많은 수분을 보유하고 무처리구를 제외한 모든 토양습윤제 혼합처리구간의 차이는 뚜렷하지 않았다. 증발에 의한 상토의 수분상실에서 비석이 증량제로 이용된 경우 POE+CM-3이 혼합된 상토의 증발속도가 가장 빨랐고 POE+CM-2, AquaGro, 무처리구, 그리고 POE+CM-1의 순으로 느려지는 경향이였다. 그러나 질석이 증량제로 이용된 경우 POE+CM-1의 증발속도가 다른 처리들 보다 월등히 빨라 수분상실량이 많았으며, POE+CM-3, AquaGro, 무처리구 그리고 POE+CM-2의 순으로 느려지는 경향이였다. 단위시간당 상토안으로 침투되는 수분량에서 비석이 증량제로 이용된 경우 POE+CM-1, POE+CM-3, AquaGro, POE+CM-2 및 무처리구의 순으로 단위시간당 침투되는 수분량이 적어지는 경향이였다. 질석이 증량제로 이용된 경우 POE+CM-3, AquaGro, POE+CM-1, POE+CM-2 및

무처리구의 순으로 단위시간당 침투되는 수분량이 적어지는 경향이였다.

추가 주요어 : 증발에 의한 수분상실, 상토 내의 수분 이동, 보수성

## 인용문헌

- Bilderback, T.E., W.C. Fonteno, and D.R. Johnson. 1982. Physical properties of media composed of peanut hulls, pine bark, and peat moss and their effect on azalea growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107:522-525.
- Blom, T.J. and B.D. Piott. 1992. Preplant moisture content and compaction of peatwool using two irrigation techniques on potted chrysanthemums. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:220-223.
- 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.
- Collaborative International Pesticide Analytical Council (CIPAC). 1970. MT 53 method.
- Elliott, G.C. 1992. Imbibition of water by rockwool-peat container media amended with hydrophilic gel or wetting agent. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:757-761.
- Fonteno, W.C. and T.E. Bilderback. 1993. Impact of hydrogel on physical properties of coarse-structured horticultural substrates. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:217-222.
- Japanese Industrial Standard (JIS). 1975. K 3364.
- Letej, J., J. Osborn, and R.E. Pelishek. 1962. Measurement of liquid-solid contact angles in soil and sand. *Soil Sci.* 93:149-153.
- Nelson, P.V. 1991. Greenhouse operation and management. 4th ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Powel, C.C. 1982. Use of soil wetting agents for pot plants, Cooperative Extension Service, The Ohio State Univ. Vol. 11 (No. 6).
- Prince, T.A. and M.S. Cunningham. 1990. Response of easter lily bulbs to peat moisture content and the use of peat or of polyethylene-lined cases during handling and vernalization. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:68-72.