

## 폐각을 이용한 농업용 지속성 담지체의 효과에 대한 연구

오은하<sup>†</sup> · 공승대

<sup>†</sup>네오딘의학연구소 생명환경과학센터  
한국환경공단 환경분석연구처  
(2010년 9월 27일 접수 ; 2010년 12월 3일 채택)

### A study on the Effect of Agricultural Industry Supporter for Durability using Waste Shell such as *Crassostrea gigas*

Eun-Ha Oh<sup>†</sup> · Seung-Dae Kong\*

<sup>†</sup>Center for life & Environmental Science Neodin Medical Science Institute

\*Technology & Research Center, Korea Environment & Resources Corporation

(Received September 27 ; Accepted December 3, 2010)

**Abstract :** Much oyster shell is breeding by character and conduct of oyster-industry for a long time among them. An experimental study was carried out to investigate the recycling possibility of waste oyster shells, which induce environmental pollutions by piling up out at the open or the temporary reclamation. The purpose of this study is to develop eco-friendly binder using waste oyster shells, and to reinforce soils for soft soil improvement. In this paper, a series of laboratory tests including compressive pot tests were performed to evaluate characteristics of soils treated by developed waste oyster shells with different water content of soils. Based on test results, eco-friendly Supporter manufactured from waste oyster shells were estimated as good resource materials for soft soil improvements. We got the conclusion by a series of experiment, It is verified that change of pH of soil is improved by mixing with oyster shells. The homogenization method for deducing apparent of oyster shells, which can consider micro-structure of mixed soil, is introduced. The improvement treatment led to enlarge fluctuation of soil moisture content. The effect of calcium concentration was good though improvement treatment of physical property. In addition, the crop yield in amelioration plots increased. It means that the increase of crop yield was caused by improvement of soil physical properties rather than improvement of calcium concentration.

*Keywords : waste oyster shell, polyoxin, durability, rosin gum, agricultural chemicals*

---

<sup>†</sup>주저자 (E-mail : waoeh@hanmail.net)

## 1. 서 론

폐기물의 재활용은 환경보호 및 자원보존의 측면에서 현재 관심이 고조되어 있다. 그러나 현재 재활용은 2차적인 환경오염 및 이에 대한 차후 제품에 대한 적용의 어려움으로 많은 문제점을 나타내고 있다. 대부분의 재료가 아직은 상용화 단계에는 이르지 못하고 있어서, 이를 극복하는 방법으로 부가가치를 높여서 재활용하는 방법이 연구되고 있다[1-3]. 현대사회는 급속한 산업화와 인구증가, 인구집중 등으로 인하여 많은 양의 폐기물이 증가하고 있으며 그 중 오래 전부터 수화 양식성행으로 다량의 패각이 발생하고 있다. 우리나라에서 생산되는 각종 수산물은 그 종류가 매우 다양하며, 따라서 이의 처리 과정에서 각종 형태의 폐기물이 발생하고 있다. 이들 가운데 특히 조개, 새침 및 굴 등의 가공 시 발생하는 패각은 양이 상당할 뿐만 아니라 쉽게 퇴비로 재활용할 수도 없다. 이의 매립 시 장기간에 걸쳐 토양 및 지하수에 영향을 미칠 수 있는 특성을 가지고 있다. 국내 해안 양식업 중 비중이 높은 양식업에서 부산물로 발생하는 패각은 해안에 야적되어 연안어장의 오염, 공유수면 관리상의 지장, 자연경관의 훼손 및 보건위생상의 문제 등으로 환경문제를 초래하고 있다. 그러므로 수산 폐기물의 효율적 처리 및 부가가치의 활용 면에서 이러한 폐수산물의 자원으로서의 재활용은 환경적으로 큰 의미가 있을 것이다. 이러한 자원 재활용의 경향에 의거하여 일부 지역에서는 패각을 이용하여 토양 개량제 또는 석회대체제로서 사용하고 있다[4-6]. 패각의 단순한 소성을 통한 칼슘 등의 무기질 비료 만으로의 재활용 및 개발은 연간 배출되는 패각의 총량등과의 관계를 산술적으로 추정해 보았을 때 상업적 생산비용, 자연보호 및 폐기물 재활용의 관점에서는 그다지 효용성이 없는 것으로 알려져 있다. 매립 또는 방치되는 패각을 이용하면, 수산 폐자원을 토양개량제 및 농약 담지체로 재활용하고, 이를 적당량 이용할 때 현재 토양에서 부족한 석회분 및 금속 등의 영양분의 공급 면에서 중요한 의의가 있을 것이며, 또한 패각을 이용한 새로운 제형의 지속성 농약개발로 인한 농약의 과다 사용도 줄어들 것이고, 무엇보다도 방치되는 해양 폐자원을 재활용한다는데 연구의 목적을 두었다[7-9].

본 연구에서는 패각의 토양에서 잔류 지속성 효과를 나타낼 수 있도록 미세공극을 가진 패각에 천연물 유래 살균제를 담지시키고, 담지체로서 천연고분자로 코팅 하여 이를 응용한 기능성 농약의 가능성을 확인함으로써 여러 환경 문제를 유발하는 패각을 친환경적인 기능성 담지체 및 토양개량제로의 적용 가능성을 검토하여 그 활용방안에 관해 연구하였다.

## 2. 실험방법

### 2.1. 실험 재료

실험에 사용된 패각은 경기도 화성 및 제부도 일대 해안에 야적된 패각을 수거하여 불순물이 떨어질 정도로 여러 번 세척하고 자연 건조시켰다. 충분히 자연 건조된 패각은 막자사발을 이용해 분쇄하고 체를 이용하여 크기별로 분리한 후 사용하였다. 입자의 크기를 각각 30~70, 70~100, 100 mesh이하로 구분하여 보관하였다. 크기별로 구분한 패각은 소성온도 75 0°C를 선정하여 2시간 동안 회화로에서 소성하였다. 담지체화에 내부 담지 물질로는 생장조절제로서 시판되고 있는 포리옥신(polyoxin, 동부한농화학)를 구입하여 사용하였으며, 구조는 Fig. 1과 같다. 포리옥신은 현재 상용화 되어 다양한 사용되고 있는 농사용 천연물 유래 살균제로 방제가 어려운 병해에 특히 효과가 좋다고 알려져 있다. *Streptomyces cacaoi* 와 *S. piomogenus*에 의하여 합성되며 CAS명은 5-[[2-Amino-5-O-(aminocarbonyl)-2-deoxy-L-xylonoyl]amino]-1,5-dideoxy-1-[3,4-dihydro-5-(hydroxymethyl)-2,4-dioxo-1(2H)-pyrimidinyl]-b-D-allofuranuronic acid이다[10-11]. 곰팡이나 세균인 병원균의 세포벽형성 물질인 키틴 생합성을 억제하여 점무늬 낙엽병, 채소의 흰가루병, 짓빛 곰팡이병 등 잎이 있는 식물이나 과수에 효과가 우수하다고 알려져 있다. 담지체화에 이용된 천연 고분자로는 rosin gum(SIGMA)을 이용하다. 용제로는 비점이 낮은 에틸아세테이트, 디에틸에테르, 시클로헥산 등을 사용하였으며, 단일 또는 둘 이상의 용제를 혼합하여 사용하였다. 1차 유화에 사용되는 유기용제의 양은 활성성분과 고분자의 총량에 대해서 3 내지 50배의 양을 사용하였으며, 최종

진행과정에서는 7 내지 12배의 양을 사용했다. 실험에 사용한 계면활성제는 Tween 80(Atlas Powder Co.)을 0.3% 범위에서 사용하였다.

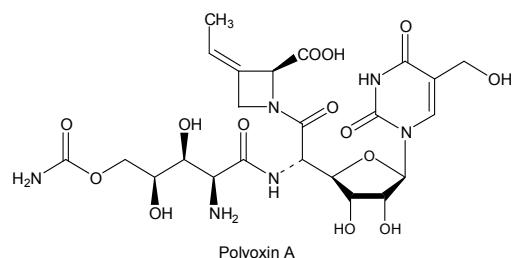


Fig. 1. Chemical structure of Polyoxin.

## 2.2. 담지체 확인 및 용출특성

폐각에 존재하는 일부 공극에 살균제 농약물질인 포리옥신을 담지 시킨 후 담지체화 하였다. 폐각을 이용한 살균제 농약물질의 담지체화는 균일반응기(SSC-811A, National SS motor)를 이용하여 수행하였다[12]. 담지체화에 이용된 천연고분자 물질인 rosin gum시약 일정량을 일정량의 용제에 용해시킨 후 계면활성제를 0.3wt%를 첨가하고 폐각과 혼합하여 균일반응기로 교반하고, 중류수와 rosin용액을 첨가하여 일정 시간동안 교반을 지속하였다. Gum-rosin 3.0g을 200.0mL의 디에틸에테르에 용해시킨 후 5.0g의 폐각과 혼합 분산되어 있는 중류수 용액에 일정량씩 적정하여 공존 시킨 후 균일반응기로 5000rpm에서 10분간 교반 후 중류수 200mL와 Gum-rosin용액 100mL를 첨가한 후 30분간 추가 교반하였다. 담지체화한 시료를 층 분리하여 60°C dry-oven에서 48 시간동안 건조하여 생성된 분말을 막자사발을 이용해 동일한 입자로 분쇄한 후 SEM과 3D광학현미경(Nikon Nextop 3D)을 이용하여 담지체화 전후 표면 변화를 확인하였다. 또한 포리옥신의 용출경향을 측정하기 위하여 앞에서의 과정과 동일하게 담지체화를 진행하였다. 균일반응기를 이용해 교반하면서 0.1%(W/V)의 포리옥신용액 200mL를 첨가하여 2시간 동안 분산시켰다. 이후 흡광광도계(HP 2101PC)을 이용한 생장조절물질의 용출특성은 시간의 흐름에 따라 토양을 분취하여 작성된 검량선에 의해 실험 과정에서 포리옥신의 용출경향을 확인하였다[13-14].

## 2.3. 기초 임상 시험(Pot test)

제조한 기능성 물질의 효과 및 그 효능의 지속성에 대해 평가하기 위해 폐각에 내부 담지 물질 물질을 담지 시킨 후 호모지나이저를 이용해 담지체화한 시료를 우선 임상토양에서 용출 효과를 관찰하였다[16-17]. 임상토양은 서울 외곽 텃밭에서 채취한 임상 토양을 기준 토양으로 선택하여 사용하였다. 상주의 밭아에 대한 작물적용 실험은 임상 토양에 대하여 대조군과 실험 군을 두어 아무런 처리도 하지 않은 제 1 실험 군(대조군), 원 폐각만을 주입한 제 2실험 군, 담지체화한 폐각을 주입한 제 3실험 군, 포리옥신을 담지 시킨 후 담지체한 제 4실험 군으로 나누어 총 4개의 실험 군을 선정하였다. 자연 상태에서의 강우를 고려하면서 침출수로 인한 손실을 방지하기 위하여 수분을 조절하였으며 Fig. 2에 임상시험에 이용한 실험대를 나타내었다. 자연강우는 차단하였으며, 회당 30.0 mL 씩 5 회/day로 중류수를 주입하여 토양이 축축이 젖을 정도로만 유지하였다. 각 실험군을 1주일 간격으로 분취하고 진탕하여 용출실험을 진행하였다. 용출실험 방법은 토양오염 공정시험법 중 중금속 성분에 대한 방법을 인용하였으며[18-19], pH의 영향을 고찰하기 위해 0.5 N 염산용액의 주입은 제외하였다. 대상작물에의 적용실험은 상기와 동일한 방법으로 토양에 동일한 4개의 대조군 및 실험군을 선정하여 대상작물의 성장추이를 관찰하였다.



Fig. 2. Observation image of Pot-test.

## 2.4. 토양에서의 특성 변화 및 작물 발아율 시험

기존 토양에서의 토양산성화 및 수분증발을 억제시키는데 필요한 토양입단 형성을 위한 토양 개량제의 기초 가능성을 확인하기 위하여

담지체화 폐각 처리에 대한 토양 특성 변화를 관찰하였다[20-21]. 토양은 서울 근교 작물 덧밭에서 토양의 조건에 따른 방법으로 실험 하였으며 공시토양으로 사양토와 식양토를 사용하였다. 앞선 실험을 토대로 우수한 결과를 나타낸 담지체화 폐각과 상용 토양개량제(soil conditioner, 한농 바이오 세라믹)를 5 : 5 비율로 혼합하고 2일간 방치 한 후 처리농도를 0, 10, 20g/m<sup>2</sup>로 하여 선정한 실험토양에 골고루 분산시켜 뿌려주었으며 1개월 후 사양토와 식양토에서의 토양 특성 변화를 관찰하였다. 상용 토양개량제의 성분은 입도는 5.0mm 이하이고 94%의 코코피트(coco peat)와 제올라이트, 미네랄석, 활성탄을 각각 2.0% 함유한 과수분의 적절한 배수와 토양 수분의 보수력을 적절히 향상 시키는 유기 및 무기성 토양개량제이다. 그러나 이 상용 토양개량제는 칼슘의 함량이 적고 유기물인 코코피트가 주성분이어서 실험 결과는 혼합 토양개량제의 칼슘 효과를 관찰하기

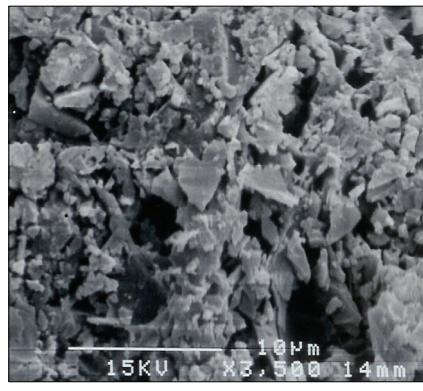
에 좋은 비교 대상이라 생각되어 실험에 이용하였다. 또한 살포후 처리별 작물의 발아율에 대한 실험으로 근채류인 무와 인경채류인 파의 수분증발 및 발아율 조사를 실시하였다.

### 3. 결과 및 고찰

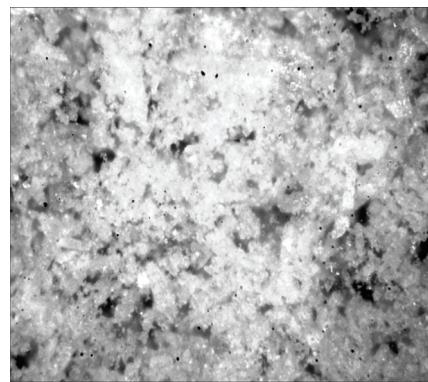
#### 3.1. 담지체 확인

담지체화 전후의 폐각의 표면 구조를 관찰하기 위한 주사전자현미경(SEM)의 사진 촬영 결과는 다음과 같다.

Fig. 3에서 관찰되듯 담지체화 이전에는 평평한 판상의 구조를 이루고 있다. 그러나 담지체화 후에는 그 형태가 잘게 분쇄되며, rosin gum으로 추정되는 작은 입자들이 폐각 표면을 둘러싸고 있는 것을 확인할 수 있다. 동일한 목적으로 배율을 달리하여 촬영을 실시한 3D 편

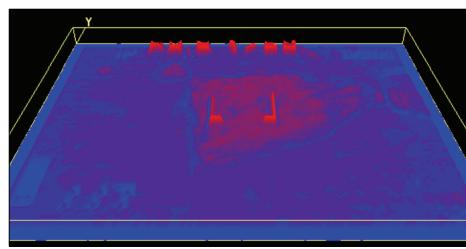


(a) before

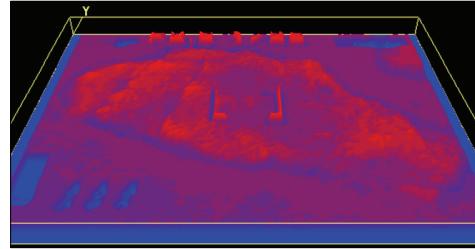


(b) after

Fig. 3. SEM photomicrographs of oyster shell powder.



(a) before



(b) after

Fig. 4. Optical-Analyser 3D of oyster shell powder.

광 광학현미경의 관찰결과는 Fig. 4에서 확인할 수 있다.

Fig. 4의 두 사진을 대조해 보면 사진에서의 색상들의 차이로 담지체화 여부를 판가름 할 수 있다. 400배율로 촬영한 3D 사진에서, 원폐각의 경우는 편평한 분포를 나타내는 어두운 부분에 비해 굴곡이 심한 분포를 나타내는 다소 밝은 부분(a)이 많이 관찰되며, 담지체화 후의 사진은 굴곡이 심한 다소 밝은 부분보다 대부분 편평한 어두운 부분(b)이 관찰된다. 이는 담지체화 과정을 통해 폐각의 입자크기가 균일화 되었고 rosin gum에 의해 코팅되었음을 입증할 수 있다. 살균제 농약인 포리옥신을 담지시킨 뒤 담지체화 공정을 실시한 후 광학현미경의 사진 촬영 결과는 Fig. 5에 나타내었다. 식물 살균제 농약인 포리옥신을 담지 한 폐각이 담지체화 되어있음을 확인할 수 있었다.

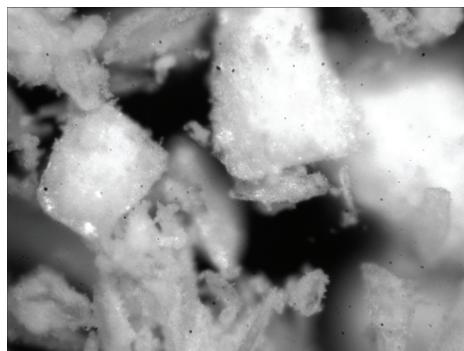


Fig. 5. Surface observation image of capsulation by polyoxin supported.

### 3.2. 칼슘이온 농도가 담지체화 된 폐각에 미치는 영향

담지체화한 폐각의 칼슘 용출특성을 파악하

기 위한 실험결과는 Fig. 6에 정리하였다.

초기시간부터 시간이 지남에 따라 용출된 칼슘의 농도를 비교해 보면 각각의 특징을 파악할 수 있다. 즉, 원폐각의 경우는 초기에 다량의 칼슘이 용출된 후 시간의 경과에 따라 급격히 농도가 떨어지며, 담지체화 된 폐각은 원폐각에 비해 비교적 높은 지속성을 보이며 담지체의 갈라진 사이로 꾸준한 칼슘의 용출 경향을 보였다. 폐각에 포리옥신을 담지 시킨 후 담지체화한 실험군의 경우는 일반 담지체화 폐각보다 높은 지속성을 보이며 최종 분취의 경우에도 계속해서 칼슘이 용출되는 것을 관찰할 수 있는데 이는 폐각의 표면 공극에 담지 된 포리옥신의 영향인 것으로 판단된다.

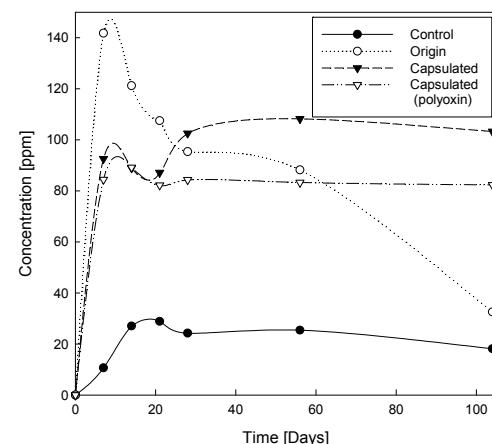


Fig. 6. Eruption concentration of calcium ion on capsulated oyster.

Table 1에서는 용출된 칼슘이온에 의한 pH의 영향을 살펴보면 칼슘이온의 생성에 따른 알칼리도의 증가로 인해 일칼리성 pH를 유지하

Table 1. Effect for pH of calcium ion on capsulated oyster.

section \ days	0	7	14	21	28	56	104
blank	6.85	7.22	7.31	7.32	7.25	7.11	6.89
origin-oyster	6.85	7.95	8.25	8.45	7.43	7.21	7.01
capsulated oyster	6.85	7.85	8.13	8.34	8.41	8.43	8.36
capsulated oyster(Polyoxin)	6.85	7.74	8.01	8.22	8.33	8.39	8.42

는 경향을 관찰할 수 있다.

폐각의 담지물질로는 농작물의 생리기능을 증진 및 억제하는 데 사용되는 생장조절제 등을 내부에 담지하여 지속성과 효과를 갖는 시너지 효과(synergy effect)를 목적으로 하였다. 또한 담지물질의 효과뿐만 아니라 폐각 자체도 지속적으로 농작물과 토양에 공급됨으로서 토양의 산성화방지, 토양개량과 농작물의 생육조절이 가능하다고 할 수 있다. 포리옥신을 담지한 후 담지체화 한 폐각이 갖는 살균제 농약(Polyoxin)의 용출특성을 규명하기 위한 실험결과는 Fig. 7에 정리하였다. 초기 시간부터 반응이 진행될수록 높은 농도는 아니지만, 지속적으로 용출되고 있음을 확인할 수 있다.

담지체화의 담지시약으로 이용된 포리옥신 용액은 0.1%(W/V)의 수용액상에서 200ml를 첨가하였으므로, 측정결과와 비교해볼 때 지속적으로 용출됨을 관찰할 수 있다. 그러므로 목적 성분을 폐각에 담지하면 지속성과 기능성을 갖

는 효과적인 기능성 담지체를 제조할 수 있을 것으로 판단된다.

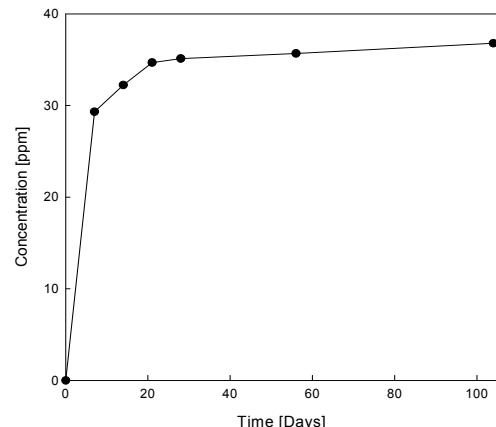


Fig. 7. Effect of reaction time on Eruption concentration on polyoxin in encapsulated oyster.

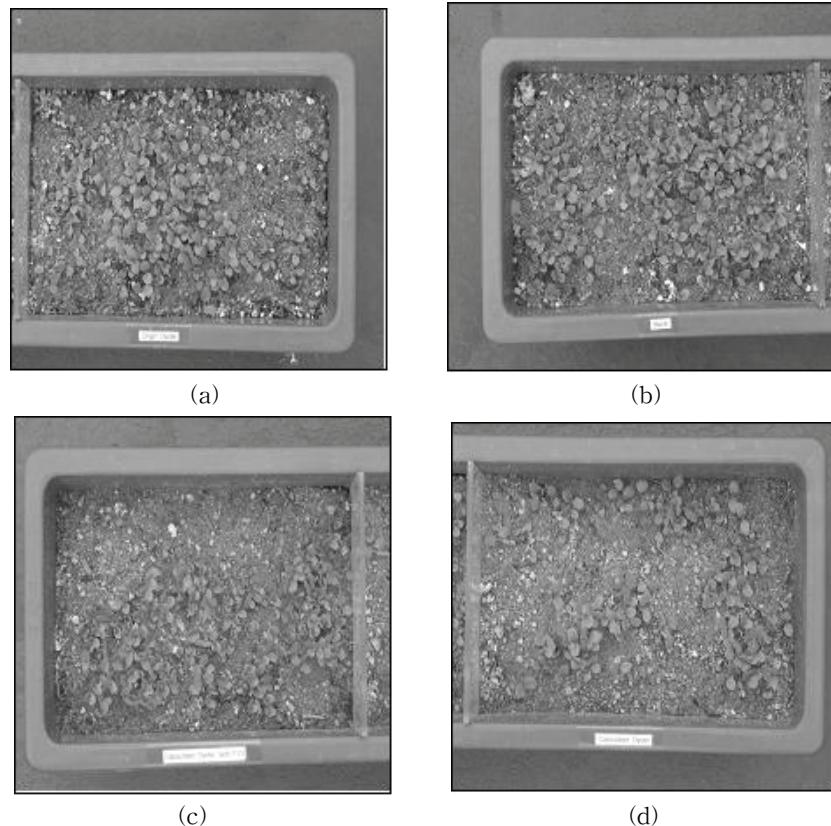


Fig. 8. Photo scene of beginning that application experiment.

### 3.3. 기초 임상 실험(Pot test)이 작물의 생육에 미치는 영향

제조한 포리옥신을 담지하여 담지체화한 폐각의 효과를 알아보기 위하여 직접 상추에 적용시켜 기초 임상 실험(pot test)한 결과는 아래 사진에서 관찰해 볼 수 있다.

Fig. 8은 각각 동일한 조건의 토양, 수분 및 일조를 조정해준 것으로 대조군(a), 원 폐각만을 살포한 실험 군(b), 원 폐각을 담지체화한 실험 군(c)과 폐각에 포리옥신을 담지 시킨 후 담지체화한 실험 군(d)으로 구분하여 임상 실험 초기의 모습을 촬영한 것이다.

Fig. 9는 각각 동일한 조건의 토양, 수분 및 일조를 조정해준 것으로 대조군과 원 폐각만을 살포한 실험군, 원 폐각을 담지체화한 실험군, 폐각에 포리옥신을 담지 시킨 후 담지체화한 실험 군으로 구분하여 임상 실험 도입 후 약 20일 후의 모습을 촬영한 것이다. Fig. 8, 9에서 보이듯이 대조군과 여러 실험 군들을 비교해 보면 무 처리 한 대조군 역시 상추라는 식물의 특성상 대체적으로 잘 재배되는 모습을

보였으나, 폐각을 주입한 실험 군은 초기 과도한 칼슘으로 인해 오히려 생육에 방해가 됨이 나타났다. 또한 담지체화한 폐각을 주입한 실험 군은 시간이 흐름에 따라 폐각에서 용출된 칼슘의 축적으로 인해 개체 수 및 잎의 생육 상태가 정상적이지 못함을 알 수 있다. 그러나 본 실험의 목적성분인 내부 담지물질로써 포리옥신을 담지 시킨 후 담지체화 한 폐각을 주입한 실험군은 담지성분과 폐각이 함유한 칼슘 상호간의 지속성으로 인해 대조군 및 여느 실험 군과 비교할 때 개체수가 증가하고 생육상태가 가장 양호한 관찰되었다.

### 3.4. 토양조건이 pH에 영향을 미치는 영향

각 실험 군을 1~2주일 간격으로 분취하고 수용액 중에서 진탕하여 용출실험 한 결과를 Table 2에 나타내었다. 대체적으로 앞선 실험실에서의 칼슘 용출 실험에 따른 pH의 결과와 유사한 결과를 나타내었으며 일반적으로 알려진 대로 연작을 많이 하는 밭 토양보다는 삼림 토양의 pH가 높았다. 또한 대조군에서 45일 간의

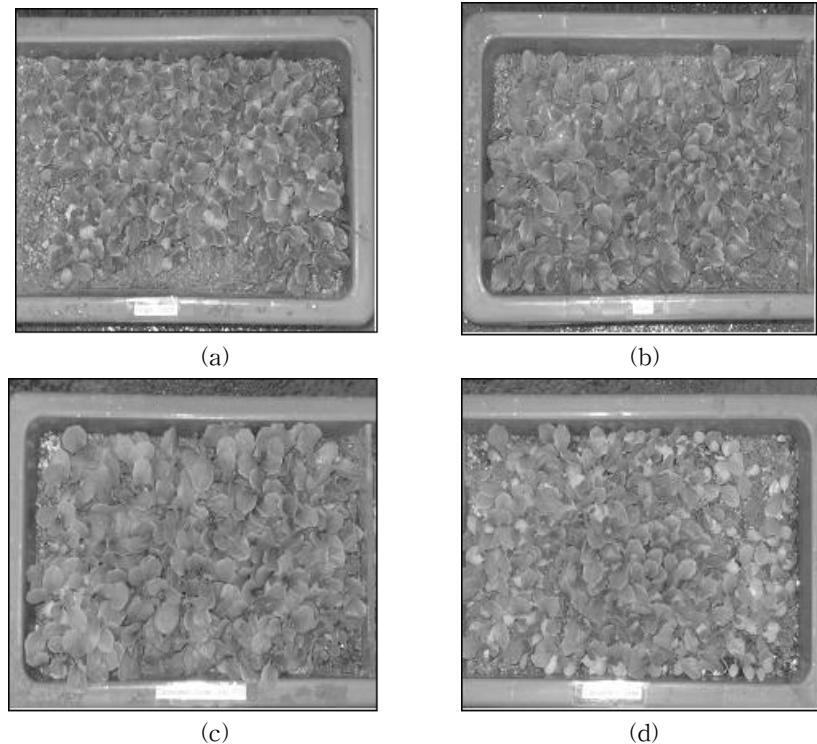


Fig. 9. Photo scene of Blank that after 20 days in application experiment.

토양에서의 pH측정 결과 밭과 삼림의 pH 결과는 거의 오차 범위에 있어 큰 차이를 나타내지는 않았다. 토양의 종류에 관계없이 패각은 초기 pH가 급격히 증가하다가 시간이 흐를수록 pH가 감소하는 경향을 나타내었는데, 이유는 시간이 흐를수록 토양에서의 미생물과 식물체의 흡수 영향 및 자연강우에 의한 pH의 저하 등을 고려할 수 있다[22-23]. 특히, 패각의 경우가 더 큰 pH 감소 경향을 나타내었다. 담지체화한 패각의 경우 토양의 종류에 상관없이 대조군보다는 높은 pH를 유지하였고 초기부터 실험 후기까지 큰 pH의 변화를 나타내지는 않았다. 이는 천연폴리머에 의한 담지체화의 증거로 일정 시간 동안 pH를 유지하였으므로 지속성을 나타낸다고 생각되며 이를 잘 이용한다면 토양의 산성화 방지 및 작물의 칼슘 공급원의 역할을 수행할 수 있다고 사료된다.

### 3.5. 토양에서의 특성 변화가 작물 발아율에 미치는 영향

특정 토양에서의 입단형성, 안정지수의 변화, 작물 발아율에 대한 실험을 실시하였다. 즉, 담지체화 패각과 상용 토양개량제를 5:5 비율로 혼합한 혼합개량제를 제조하고, 2일간 방치 한 후 처리농도를 변화하여 실험토양에 골고루 분산시켜 토양의 표층과 혼합하여 주었다. 1개월 후 사양토와 식양토에서의 토양 특성 변화를 관찰 하여 Table 3, 4에 나타내었다. 혼합개량제 처리 결과, 사양토에서 토양개량제 처리로 내수성 입단함량은 무 처리에서 최초 58.0%에서 93.8%로 증가되고, 입단안정지수도 0.46에서 3.03으로 개선되었으며, 식양토에서도 그 효과는 비슷하게 토양의 안정성이 증대되고 습윤각을 증가시켰다[24-25].

담지체 패각과 토양개량제의 혼합 처리로 무, 파의 발아율은 현저히 증가되고, 발아일수를 단축시켜서 혼합개량제는 작물의 발아에 매우 효과적이었다. 혼합개량제 처리로 자연 건조에 의한 토양균열의 간격이나 길이도 현저히 감소되었고 그 효과는 사양토보다는 식양토에서 더

Table 2. pH change according to condition at various soil.

Section \ Day	D.W	7	14	28	42
Field-control	6.85	6.92	7.03	7.12	7.01
Field-ostrea virginica	6.85	7.84	8.25	8.19	7.33
Field-capsulation	6.85	7.25	7.21	7.39	7.31
Forest-control	6.85	7.02	7.08	7.18	7.07
Forest-ostrea virginica	6.85	8.09	8.21	7.89	7.51
Forest-capsulation	6.85	7.39	7.51	7.58	7.51

Table 3. Characteristic change of soil treatment by soil conditioner.

Soil property	Concentration (g/m <sup>2</sup> )	Water-resisting Granularity(mm. %)						Stability index	Humidity angle(θo)
		<0.1	~0.25	~0.5	~1	~2	~4		
SL	0	41.2	19.3	15.1	11.8	9.2	2.6	0.46	64.2
	10	18.6	9.7	6.6	6.1	5.8	54.3	1.94	77.8
	20	7.2	2.6	1.8	1.0	1.5	83.6	3.03	85.8
LS	0	78.1	12.3	5.3	3.3	0.5	0.3	0.48	72.1
	10	9.4	5.5	4.8	4.5	7.4	63.8	1.44	79.2
	20	7.5	3.8	1.9	0.3	1.7	85.4	2.72	81.3

Table 4. Germination change of crop by soil conditioner concentration(%).

Crops	Concentration (g/m <sup>2</sup> )	Sandy loam					Loamy soils				
		3	5	6	7	10	3	5	6	7	10
Radish	0	65	72	97	-	-	80	85	85	90	100
	10	72	80	100	-	-	70	100	-	-	-
	20	75	98	-	-	-	80	100	-	-	-
Scallion	0	-	-	40	70	85	-	23	53	65	85
	10	-	5	47	85	90	-	20	67	85	95
	20	-	10	47	93	100	-	25	70	93	100

효과적임을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결 론

토양에서 잔류 지속성 효과를 나타낼 수 있도록 폐각을 천연고분자로 코팅하여 이를 이용한 기능성 응용농약을 개발함으로써 여러 환경문제를 유발하는 폐각을 친환경적인 기능성 담지체로의 적용 가능성을 연구하였다. 본 연구에서 수행한 폐각을 SEM 및 광학현미경 관찰과 표면비교 및 임상실험의 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 폐각에 살균제 농약인 포리옥신을 담지 시킨 후 담지체화 하여 진행한 칼슘 및 포리옥신의 용출 실험에서 칼슘 용출에 최장 90 일 이상의 지속성이 유지되었다.
2. 포리옥신을 담지 시킨 후 담지체화한 실험군은 개체수 및 가장 양호한 생육상태로 관찰되었다.
3. 담지체화한 폐각은 높은 pH를 유지하였고, 초기부터 실험 후기까지 큰 pH의 변화를 나타내지는 않았다. 이는 토양의 산성화 방지 및 작물의 칼슘 공급원 역할을 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 참고 문헌

1. C. H. Lee, J. Y. Lee, and B. H. Ha,

Increased available phosphate by shell meal fertilizer application in upland soil, *Kor. J. Soil Sci. Fert.*, **38**, 52 (2005).

2. G. L. Yoon, B. T. Kim, and S. H. Han, Chemical-Mechanical Characteristics of Crushed Oyster-shell, Waste Management, 23, available online(<http://www.sciencedirect.com>), (2003).
3. T. Fujita, M. Fukase, M. Nakada, and M. Koishi, Intestinal calcium absorption of oyster shell electrolyte, *Bone & Mineral*, 4, 321 (1998).
4. S. S. Park, J. H. Kim, and H. C. Lee, Study on the Preparation of Calcium Carbonate from the Waste Solution of Industry, *J. Kor. Sol. Wastes Eng. Soc.*, 2, 199 (2005).
5. C. F. Lin, and H. C. Hsi, Resource recovery of waste fly ash : synthesis of zeolite-like materials, *Environ. Sci. Technol.*, **29**(4), 1109 (2001).
6. R. L. David and H. P. R. Frederikse, Properties of the elements and Inorganic compounds, "Handbook of chemistry and physics", 74th ed., Boca Raton, Florida, 48 (1990).
7. J. K. Yang, I. L. Shih, Y. M. Tzeng, and M. Wang, Production and purification of protease from a *Bacillus subtilis* that can deproteinize crustacean wastes, *Enzyme Microb. Technol.*, **26**, 406 (2000).
8. C. H. Lee, D. K. Lee, and M. A. Ali, Effects of oyster shell on soil chemical

- and biological properties and cabbage productivity as liming materials, *Waste Manag.*, **28**, 2702 (2008).
9. K. L. Feldman, D. A. Armstrong, B. R. Dumbauld, T. H., DeWitt, and D. C. Doty, Oysters, crabs, and burrowing shrimp: An environmental conflict over aquatic resources and pesticide use in Washington State's (USA) coastal estuaries, **23**, 141 (2000).
  10. W. S. Wu and J. K. Chou, Chemical and biological control of Alternaria carthami on zinnia, *Seed Sci. Technol.*, **23**, 193 (1995).
  11. T. Benítez, S. Ramos and A. García Acha, Protoplasts from Tricoderma viride: Formation and regeneration., *Arch. Microbiol.*, **103**, 199(1975).
  12. X. Huang and C. S. Brazel, On the importance and mechanisms of burst release in matrix-controlled drug delivery systems, *J. Controlled Release*, **73**, 121(2001).
  13. K. Y. Kim, J. K. Kwon, and Y. K. Sung., Release of Cytarabine from Biodegradable Poly(benzyl glutamate)/ Poly(ethylene oxide)/ Poly(benzyl glutamate) Block Copolymer Microsphere, *J. Macromol. Sci.-Rev. Macromol. Chem. Phys.*, **15**(1) 33 (2001).
  14. A. C. Tanquary, and R. E. Lacey, Controlled Release of Biologically Active Agents, Plenum press, 234 (1994).
  15. Y. Araki, Growth of greenhouse-grown tomato irrigated on the basis of and soil moisture status., *J. Jpn. Horti. Sci.*, **63**, 91 (1994).
  16. M. Charbonneau, J. A. Gosselin, and M. J. Trudel, Effects of electric conductivity and intermittent flow of the nutrient solution on growth and yield of greenhouse tomato in NFT, *Soilless Culture.*, **1**(1), 19 (1998).
  17. A. Alarcon, J. M. C. Bolarin, M. J. Sanchiz-Blanco, and A. Torrecillas, Growth, yield and water relations of normal fruited cherry tomato cultivars irrigated with saline water, *J. Hort. Sci.*, **74**(2), 283 (2004).
  18. T. Soria, J. Cuartero, M. Munoz, and R. Carpena, Tomato fruit yield and water consumption with salty water irrigation, *Acta-Horticultae.*, **458**, 215 (1998).
  19. K. Ohta, N. Ito, T. Hososki, and H. Higashimura, Influence of the concentrations of nutrient solution and salt supplement on quality and yield of cherry tomato grown hydroponically, *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, **60**(1), 89 (2003).
  20. J. Kowalenko, Transport and transformation of fertilization in a sandy field plot using tracer technique, *Soil Sci.*, **129**(4), 218 (1980).
  21. A. Trembly, N. J. Trudeau, and A. Gosselin, Influence of supplementality lighting(HPS) on yield and mineral nutrition of tomato plant grown in hydroponic culture. proc., 6th Int. conger., soilless culture, Lunteren., 697 (1984).
  22. J. D. Williams, J. K. Syers, R. F. Harris, and D. E. Armstrong, Fractionation of inorganic phosphate in calcareous lake sediments, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, **35**, 250 (1981).
  23. D. H. Lee, Pathogenicity of Didymella bryoniae on the seedlings of Cucurbits, *Kor. J. Plant Pathol.*, **1**(3), 173 (2002).
  24. B. D. Pearce, R. I. Grange, and K. Hardwick, The growth of young tomato fruit. II. Environmental influences on glasshouse crops grown in rockwool or nutrient film, *Planta*, **68**, 13 (1993).
  25. E. Heuvelink, Effects of plant density on biomass allocation to the fruit in tomato. *Sci. Hortic.*, **64**(3), 193 (1995).