

홍수퇴적토의 식재토양 재활용 연구

조재범* · 현재혁* · 김민길* · 정진홍* · 김갑수**

* 충남대학교 공과대학 환경공학과 ** 서울 시정개발연구원 도시환경부

Utilization of Flood Sediments as Plant Soil

Jae-Bum Cho*, Jae-Hyuk Hyun*, Min-Kil Kim*, Jin-Hong Jung*, Kap-Soo Kim**

* *Dept. of Environmental Engineering, Chung-Nam National University*

** *Dept. of Urban Environment, Seoul Development Institute*

ABSTRACT

In the study, the feasibility of deposit soil in river and stream bed as a substitute for conventional plant soil was investigated through the analysis of soil characteristics and germination/growth rate for 75 days. Proper mixtures among sediments from various places were compared to optimize the germination and growth rate of plant in the ratio of 2 : 1 and 3 : 1 (sand : deposit). From the results, it could be concluded that the sediment mixed 3 : 1 showed most favorable germination and growth conditions for pansy and the sediment containing enough amount of silt and clay components showed most favorable conditions for marigold. Consequently, the feasibility of sediments as a substitutional plant soil was evaluated to be high, once the sediments were properly mixed for each specific plant.

Key words : Sediment, Plant Soil, Germination /Growth rate

요 약 문

본 연구는 홍수퇴적토에 대한 토양 특성 분석과 75일 동안의 발아/생장 실험을 통하여 식재 토양으로서의 적용 가능성 여부를 관찰하고자 한다. 또한 각 시료의 입도 분포, 유기물 함량 등이 다르므로 원퇴적토와 탄천 모래의 적절한 혼합(2:1, 3:1)을 통하여 식물의 발아/생장 최적화를 비교하고자 한다.

결과를 살펴보면, 팬지의 경우 조성비(탄천모래:원퇴적토) 3:1에서 발아/생장이 가장 잘 나타났고 금잔화의 경우 실트와 점토를 충분히 함유하는 원퇴적토에서 발아/생장이 가장 잘 나타남을 알 수 있다. 결론적으로 홍수퇴적토는 식물에 따라 적절한 배합이 이루어지면 식재 토양으로서의 가치가 높음을 알 수 있다.

주제어 : 홍수 퇴적토, 식재 토양, 발아/생장

1. 서 론

퇴적토는 물의 운반작용으로 육상에 점점 두텁게 쌓여 만들어진 것으로 이것이 오랜 세월에 걸쳐 암석으로 변화하는 것을 퇴적암이라고 한다. 협의적으로 물밑에서 쌓여져 만들어진 암석을 의미하기도 한다¹⁾. 퇴적토에 오랜기간동안 쌓여진 오염물질들이 정제되는 경우 수질오염 및 수중 생태계 파괴, 부영양화의 원인이 되기도 한다. 이러한 퇴적토가 다른 하천과의 물갈기로 인해 분산이 된다면 수계에 큰 영향을 미치지 못하지만 분산이 이루어지지 않는다면 오염된 퇴적층이 계속적으로 쌓이게 되어 수질과 생태계에 부정적 영향을 끼칠 수도 있다. 부영양화된 유입수는 적절히 처리하더라도 원래의 수질로 회복시키기 어렵다. 이 때문에 오염된 수중 생태계를 되살리기 위해서는 복원 기술 및 다른 용도의 개발이 중요한 의미를 갖는 것이다.

본 연구 대상지인 서울시 송파구 관내의 경우 홍수시 관내 지천과 한강 본류에 운반 퇴적되는 퇴적토가 년 10만톤 규모에 이르고 있으나 준설 및 제거토 일체를 김포 매립장으로 운반 매립되고 있어

년간 70억원의 예산이 낭비되고 자원의 효율적인 재활용이 이루어지지 않고 있다. 한편, 공원조성 및 식재시 자연상태 표토의 관리부실로 수목활착 및 생육이 부실하여 식재관리에 어려움이 있고 과도한 예산 및 인력이 소모되고 있다. 본 연구의 목적은 퇴적토 성분분석을 통하여 자원의 효율적인 활용 측면에서 식재토양으로의 재활용 가능성을 타진, 경제적 부담을 경감하고 녹색 환경 가꾸기 사업을 촉진하고자 하는데 있다. 이에 대한 기초조사로 본 연구는 퇴적 위치별 퇴적토에 대한 토양 특성을 분석하여 식재 토양으로서의 각 시료의 입도 분포, 유기물 함량 등이 다른 각 시료의 적절한 혼합(탄천모래:원퇴적토 2:1, 3:1)을 통하여 식물 발아 성장의 최적화를 온실에서의 식물재배 실험을 통하여 달성하고자 한다.

2. 조사내용 및 방법

2.1 토양조사

가. 퇴적토 기본 물성

홍수시 서울 송파구 관내 지점과 한강 본류에

Table 1. Sampling Location of Sediments

| Classification | Sample Number | Location |
|----------------|---------------|--------------|
| Sediment | S-1 | 탄천 A |
| | S-2 | 탄천 B |
| | S-3 | 성내천 중류 |
| | S-4 | 성내천 하류 |
| | S-5 | 골드마리나 선착장 하상 |
| | S-6 | 탄천주차장 |
| | S-7 | 올림픽 아파트 옆 |
| | S-8 | 성내천 하상 |

운반 퇴적되는 퇴적토(광나루, 반포지역)로 구분하였다. 또한 퇴적토의 재활용 가능성을 알아보기 위해 원퇴적토, 탄천모래와 원퇴적토의 비를 2:1, 3:1로 달리하여 식물의 성장 및 발아 실험을 병행하였다. 본 조사에서 선정된 퇴적토의 지리적 위치와 시료번호는 Table 1에 나타난 바와 같다. 또한 식재토양으로서의 기본물성을 평가하기 위하여 함수율, 유기물함량, 입도 분포를 분석하였다.

나. 퇴적토의 식재적용

퇴적토를 이용한 발아 및 식물 성장실험은 각 토양이 함유한 유기물 함량과 입도 분포를 고려하여 각각의 토양에 대해 탄천모래의 혼합비를 달리하고 다른 불순물이 함유되지 않도록 하여 실험을 행하였다. 각각의 토양과 탄천모래의 혼합비는 2:1과 3:1로 결정하였고 혼합하지 않은 원퇴적토에 대하여도 발아 및 성장실험을 병행하였다. 사용된 씨앗은 Table 2에 나타난 바와 같이 발아일수와 발아적온, 생육적온을 고려하여 팬지와 금잔화를

선택하였다²⁾.

각 씨앗의 발아적온이 15~20 ℃인 점을 고려하여 씨앗이 발아할 때 Fig. 1에 나타난 바와 같이 유리온실내의 소규모 비닐하우스에서 온도를 일정하게 유지하면서 관찰하였고 씨앗이 발아한 후에는 비닐하우스를 개봉하여 식물의 성장을 관찰하였다. 씨앗의 발아율을 70 %로 가정하여 각각의 퇴적토에 대하여 5개의 pot에 4~5 개씩의 씨앗을 심어 75일간에 걸쳐 원퇴적토와의 식물발아 및 성장 실험을 비교·분석하여 퇴적토의 자원화 가능성을 판단하였다.

3. 조사결과 및 고찰

3.1 기본물성

가. 토양 유해성 평가

퇴적토의 유해성 판정을 위해 토양중에서 분해되지 않고 오랫동안 잔류하는 물질로 농작물의 생육을 저해하고 사람의 건강에 악영향을 미치는 중금속, 석유류, 농약, 발암물질(PCB), 기타독성물질(CN, Pheno¹⁾ 등 11개 항목을 국내 환경오염 시험법³⁾, 미국 Standard Methods⁴⁾, Methods of Soil Analysis⁵⁾에 준하여 실험한 결과는 Table 3과 같이 나타났다.

토양중의 중금속은 기준 한계이상 존재할 경우 식물의 성장에 직접, 간접적인 영향을 끼칠수 있다. 또한 토양의 중금속 자연부존량은 토양형에 따라 다소간의 농도 변화가 있을 수 있다. 조사지역의 중금속함량 조사결과 비소, 수은, 카드뮴은

Table 2. Proper Germination Period, Temperature and Growth Temperature

| Seed | Germination Period (day) | Germination Temperature (℃) | Growth Temperature (℃) |
|----------|--------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Pansy | 10 | 15 ~ 20 | 5 ~ 25 |
| Marigold | 5 | 15 ~ 20 | 3 ~ 24 |

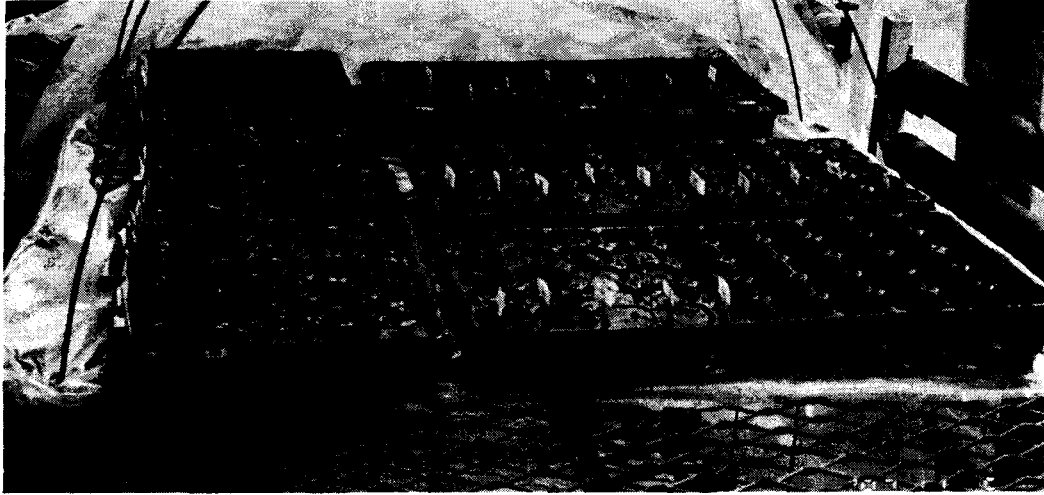


Fig. 1. Plant Pots of Pansy and Marigold in Glass Green House.

Table 3. Comparison of Analytical Results with Health Risk Criteria

(mg/kg)

| Item | 토양오염 우려기준 | | 토양오염 대책기준 | | Sediment | | | | | | | |
|------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 농경지 | 공장· 산업지역 | 농경지 | 공장· 산업지역 | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
| Cd | 1.5 | 12 | 4 | 30 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| CN ⁻ | 2 | 120 | 5 | 300 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Pb | 100 | 400 | 300 | 1000 | 0.21 | 2.06 | 3.11 | 0.81 | 1.37 | 1.40 | 3.87 | 1.35 |
| Cr ⁶⁺ | 4 | 12 | 10 | 30 | 0.13 | 0.22 | 0.18 | 0.26 | 0.18 | 0.13 | 0.17 | 0.21 |
| As | 6 | 20 | 15 | 50 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Hg | 4 | 16 | 10 | 40 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| Cu | 50 | 200 | 125 | 500 | 0.82 | 3.40 | 14.2 | 8.72 | 2.82 | 1.11 | 17.7 | 10.7 |
| 유기인 화합물 | 10 | 30 | — | — | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| PCB | — | 12 | — | 30 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| 유류 | — | 80 | — | 200 | ND | 2.1 | 27 | 32 | 2 | 3.1 | 10 | 12 |
| 페놀 | 4 | 20 | 10 | 50 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |

주 : 1. 농경지 : 논, 밭, 과수원, 목장용지, 체육용지,
2. 공장·산업지역 : 공장용지, 잡종지

Table 4. Water and Organic Matter Contents

(%)

| Soil | Water Content | Organic Matter | P ₂ O ₅ |
|------|---------------|----------------|-------------------------------|
| S-1 | 0.28 | 0.52 | — |
| S-2 | 2.09 | 6.37 | 0.14 |
| S-3 | 26.95 | 5.47 | 0.23 |
| S-4 | 23.36 | 4.16 | 0.27 |
| S-5 | 9.58 | 2.84 | 0.14 |
| S-6 | 1.82 | 3.94 | 0.14 |
| S-7 | 15.93 | 3.91 | 0.23 |
| S-8 | 14.23 | 3.16 | 0.26 |

검출되지 않았으며 납, 구리가 비교적 높은 수치를 나타내었다. 일반적으로 식물의 생육에 영향을 주는 농도를 살펴보면 비소 10~20 mg/kg 이상, 구리 125 mg/kg 이상, 카드뮴 25 mg/kg 이상일 경우로 알려져 있다. 그리고 일반적인 토양에서 납의 천연존재량은 10 mg/kg으로 알려져 있다⁶⁾. 따라서 본 조사지점에서 나타난 중금속 함량은 식물 성장에 피해를 끼칠 정도는 아니라고 판단되며, 나머지 항목들도 불검출 이거나 기준치보다 낮은 수치로 토양 유해성은 없을 것으로 사료된다.

나. 수분 및 유기물 함량

각 시료에 대한 수분 및 유기물 함량 결과는 다음 Table 4에 나타난 바와 같다.

유기물 분석 결과 퇴적토 중에서는 탄천 B가 6.37 %로 가장 높게 나타났으며 성내천 중류와 하류 시료가 5.47 %, 4.16 %로 각각 나타났다. 탄천 A는 0.52 %로 가장 낮게 나타났다. 토양의 수분함유량이란 토양수분을 탈취하는데 드는 힘을 수주높이의 역대수로 하여 pF로 표시하는데 그 힘은 토양수분의 다소에 따라서 달라지며 일반적으로 토양의 수분이 적어질수록 커진다⁷⁾. 수분함량 분석 결과 성내천 중류, 하류 시료가 26.95 %, 23.36 %로 각각 나타나 가장 높은 수분함량을 보이고

있다. 이는 식물재배에 있어 적정량의 수분함량을 가지고 있어 퇴적토 자원화시 유리할 것으로 사료된다. 반면, 탄천 A, 탄천 B, 탄천주차장 시료의 경우 0.28 %, 2.09 %, 1.82 %로 각각 나타나 낮은 수분함량을 보이고 있으나 탄천 B, 탄천주차장 시료인 경우는 높은 유기물 함량을 나타내므로 다른 퇴적토와 적정 혼합할 경우 이는 식재 토양으로서 더욱 효용 가치를 가질 수 있다. 한편 식물생장에 필요한 영양염류로서의 P 는 P₂O₅ 성분이 0.26~0.14 %로 매우 낮아 수화 후 용출되는 PO₄-P 의 기여도는 거의 기대할 수 없을 것으로 사료된다.8) 따라서 인위적으로 P나 N을 부가할 수 있는 방도를 마련해야 할 것이다.

다. 입도 분포 (Particle Size)

토양의 무기질 입자의 입도 구분은 나라마다 다르며, 미국토양학회에서 인정되고 있는 입도 구분이 오늘날 널리 이용되고 있다. 미국토양학회 분류법에 의하면, Table 5와 같이 토양입자는 조약돌 : >2 mm, 굵은모래 : 2~0.2 mm, 가는모래 : 0.2~0.02 mm, 실트 (미세모래) : 0.02~0.002 mm, 점토 : < 0.002 mm로 구분된다.

토양은 경작하기 쉽고 투수성이나 통기성이

Table 5. Classification of Soil by Particle Size

| Classification | Diameter (mm) | Characteristics |
|----------------|---------------|---|
| 조약돌 | 2 이상 | 표면적이 작고, 토양의 이화학성에 거의 기여하지 않음 |
| 굵은모래 | 2~0.2 | 표면적이 작고, 토양의 이화학성에 대한 기여가 적다. 그러나 입자간의 모관력에 의한 수분유지, 공극률의 증대, 통기, 배수의 촉진 담당 |
| 가는모래 | 0.2~0.02 | |
| 실트 | 0.02~0.002 | 모래와 점토의 중간적 성질을 가지며, 점착성은 없지만, 약한 응집력을 나타냄 |
| 점토 | 0.002 이하 | 표면적이 크고, 콜로이드로서의 성질을 약하게 나타냄. 물의 흡착보유, 이온교환, 전리성 등의 토양의 중요한 이화학성에 크게 기여한다 |

좋으며 좋은 물리성을 가진다. 그러나 이러한 토양에서는 천연양분이 적을뿐 아니라 시비된 양분의 보유력이 적어 유실되기 쉽다. 아울러 작물에 유용한 수분이 적기 때문에 높은 생산력을 유지하는 것은 곤란하다. 한편, 미세토양에서는 본래 양분이 부족하게 되며 뿌리에 장해를 주기 쉽다. 또한 이런 토양에서는 경작이 쉽지 않다. 중립질이 아닌 세립질의 토양에서는 높은 생산을 얻을 수 있다. 본 실험에 사용한 각 퇴적토의 입도 분석결과를 다음 Table 6에 나타내었다. 입도 분석 결과 # 200 체(입경 75 μm 이하)를 통과한 양(중량 %)은 탄천 B와 탄천주차장 시료가 43.84 %, 47.28 %로 가장 높게 나타났으며 골드마리나 하상시료의 경우 29.59 %, 성내천 하류시료는 27.83 %, 성내천 중류시료는 22.86 %로 나타났다. 한편 올림픽 아파트옆시료와 성내천 하상시료는 16.89 %, 12.05 %로 각각 나타나 비교적 작은 값을 보이고 있고 탄천 A는 0.24 %로 나타나 가장 작은 값을 보이고 있다. 토양중 점토의 함유량이 25.0~37.5 %인 것을 양토라고 하며 이 같은 토양이 농작물의 생육에 적합하다고 할 수 있다. # 200 체 통과한 흙의 약 70 %가 점토질(입경 2 μm 이하)이라고 가정한다면 탄천 B와 탄천주차장 시료가 양토에 해당한다고 볼 수 있다. 한편, 탄천 A의 경우

대부분이 모래이고 점토질의 함유량이 0.24 %로 거의 없다고 볼 수 있어 식물 재배에 부적절하므로 다른 퇴적토와 적절하게 혼합하여 식재 토양으로 이용하는 것이 필요할 것이다.

3.2 식물 발아 및 생장

가. 원퇴적토에서의 팬지와 금잔화의 발아실험
팬지의 발아는 실험시작 후 7 일 경과 후 탄천 B 시료 3 pot, 성내천 중류시료 2 pot, 성내천 하류시료 2 pot, 올림픽 아파트옆시료 1 pot, 성내천 하상시료 2 pot에서 처음으로 관찰되었고 금잔화의 경우 8 일 경과후 탄천 B 시료 1 pot, 성내천 하류시료 3 pot, 탄천 주차장시료 1 pot에서 발아가 관찰되었다. Table 7과 Table 8에 나타난 바와 같이 팬지의 경우 7 일에서 10 일 사이에 발아가 이루어졌고 금잔화의 경우 8 일에서 9일 사이에 발아가 이루어졌다.

나. 조성비(탄천 A : 원퇴적토) 2 : 1 에서의 팬지와 금잔화의 발아실험

Table 9와 Table 10에 나타난 바와 같이 팬지의 발아는 실험시작 후 9 일 경과 후에 관찰되었고 금잔화의 경우 7 일 경과 후에 관찰되었다. 팬지의

Table 6. Particle Size Distribution of Sediments

(%)

| Sample Classification | Sample | | | | | | | |
|-----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
| # 200 | 0.24 | 43.84 | 22.86 | 27.83 | 29.59 | 47.28 | 16.89 | 12.05 |
| # 200 ~ 140 | 0.08 | 24.20 | 10.19 | 11.62 | 19.64 | 25.60 | 6.90 | 4.76 |
| # 140 ~ 100 | 0.08 | 17.73 | 9.00 | 9.28 | 24.72 | 14.40 | 5.78 | 4.56 |
| # 100 ~ 80 | 0.06 | 5.01 | 4.05 | 6.05 | 8.64 | 4.79 | 3.51 | 3.85 |
| # 80 ~ 60 | 0.30 | 3.66 | 6.12 | 6.65 | 6.40 | 3.39 | 4.46 | 6.98 |
| # 60 ~ 30 | 71.72 | 2.15 | 12.75 | 14.20 | 1.43 | 2.16 | 17.98 | 24.74 |
| # 30 ~ 20 | 20.04 | 1.32 | 2.49 | 1.01 | — | 0.50 | 7.17 | 7.73 |
| # 20 | 7.20 | — | 5.68 | — | — | — | 21.38 | 21.10 |

Table 7. Number of Germinated Pansy having Unmixed Sediments

| day | Seed Soil | Pansy | | | | | | | |
|-----|-----------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
| 7 | | ND | 3 | 2 | 2 | ND | ND | 1 | 2 |
| 8 | | 1 | ND | 1 | 1 | 3 | ND | ND | ND |
| 9 | | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 10 | | 1 | 1 | ND | ND | ND | 1 | 2 | 1 |

Table 8. Number of Germinated Marigold having Unmixed Sediments

| day | Seed Soil | Marigold | | | | | | | |
|-----|-----------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
| 7 | | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND |
| 8 | | ND | 1 | ND | 3 | ND | 1 | ND | ND |
| 9 | | ND | 1 | ND | ND | ND | 1 | 2 | ND |

경우 9 일에서 12 일 경과 후 탄천 A + 성내천 하류시료, 탄천 A + 올림픽 아파트옆시료의 경우를 제외하고 모든 pot에서 발아가 관찰되었고 금잔화의 경우 7 일에서 10 일 경과 후 탄천 A + 성내천 중류시료, 탄천 A + 성내천 하류시료, 탄천 A + 탄천 주차장시료에서만 발아가 관찰되었다.

또한 발아 개체수도 2~3 개에 불과하여 일반 토양 조건에서는 발아가 적절치 않는 것으로 사료된다

다. 조성비 (탄천모래 : 원퇴적토) 3 : 1 에서의 팬지와 금잔화의 발아실험

Table 11에 나타난 바와 같이 조성비가 3 : 1

Table 9. Number of Germinated Pansy Pot having Mixed Sediments in the ratio of 2 : 1

| day | Pansy | | | | | | |
|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 |
| | + | + | + | + | + | + | + |
| | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
| 9 | 2 | 1 | ND | 2 | 1 | ND | 1 |
| 10 | ND | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| 11 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | ND | 2 |
| 12 | 1 | ND | ND | ND | 1 | 2 | 1 |

Table 10. Number of Germinated Marigold Pot having Mixed Sediments in the ratio of 2 : 1

| day | Marigold | | | | | | |
|-----|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 |
| | + | + | + | + | + | + | + |
| | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
| 7 | ND | 1 | 1 | ND | 2 | ND | ND |
| 8 | ND | 1 | ND | ND | ND | ND | ND |
| 9 | ND | ND | ND | ND | 1 | ND | ND |
| 10 | ND | ND | 2 | ND | ND | ND | ND |

인 경우 팬지의 발아는 일부 pot를 제외한 모든 pot에서 실험시작 후 7 일에서 10 일에 걸쳐 발아가 관찰되었으나 금잔화의 경우는 2:1 혼합시보다도 더 열등하여 전혀 발아가 되지 않았다.

라. 원퇴적토에서의 팬지와 금잔화의 생장 실험

식물의 생장실험 결과는 발아후 75일 경과된 팬지와 금잔화의 뿌리길이와 개체수 및 개체크기를 검토함으로써 홍수퇴적토 실용화의 적정성을 검토하였다. Fig. 2와 Table 12에 나타난 바와 같이 원퇴적토에서 팬지의 경우 성내천하류 시료에서 가장 잘 자라고 골드마리나 선착장 하상시료에서

Table 11. Number of Germinated Pansy Pot having Mixed Sediments in the ratio of 3 : 1

| day | Pansy | | | | | | |
|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 |
| | + | + | + | + | + | + | + |
| | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
| 7 | 2 | 2 | 3 | ND | 1 | 2 | ND |
| 8 | 1 | ND | ND | 4 | 3 | 2 | 3 |
| 9 | ND | 1 | 2 | ND | ND | 1 | 2 |
| 10 | 1 | 2 | ND | ND | ND | ND | ND |

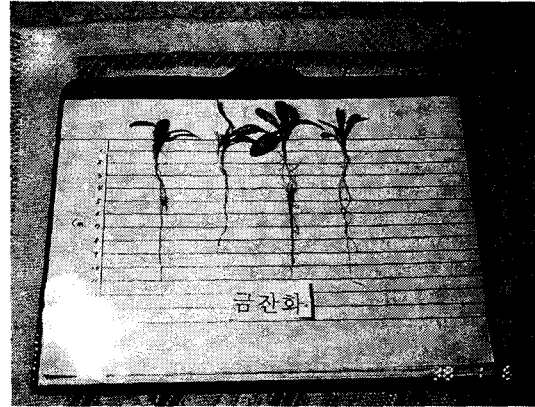
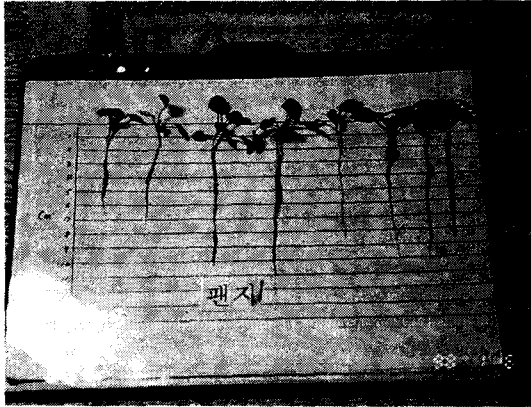


Fig. 2. Growth Rate of Pansy in the Sediments Unmixed
(From left : S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8).

Fig. 3. Growth Rate of Marigold in the Sediments Unmixed
(From left : S-2, S-4, S-6, S-7).

Table 12. Growth Rate of Pansy in the Sediments Unmixed (After 75 days)

| Seed Sample | Pansy | | | | | | | |
|----------------|-------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
| 뿌리의 길이(cm) | 5.9 | 7.0 | 9.7 | 13.0 | 7.5 | 8.5 | 8.5 | 7.3 |
| 평균 개체수 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 |

Table 13. Growth Rate of Marigold in the Sediments Unmixed (After 75 days)

| Seed Sample | Marigold | | | | | | | |
|----------------|----------|------|-----|-----|-----|------|------|-----|
| | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
| 뿌리 길이(cm) | ND | 11.3 | ND | 8.5 | ND | 10.1 | 11.1 | ND |
| 평균 개체수 | ND | 4.0 | ND | 3.0 | ND | 3.0 | 2.0 | ND |

가장 빈약하게 성장하는 것으로 관찰되었다. 이를 순서대로 놓으면 성내천 하류시료 > 성내천 중류시료 > 올림픽 아파트옆시료 > 탄천 주차장시료 > 성내천 하상시료 > 탄천 B > 탄천 A

> 골드마리나 선착장 하상시료 순이다.

금잔화의 경우 Fig. 3과 Table 13에 나타난 바와 같이 탄천 B 시료와 성내천 하류시료, 탄천 주차장시료, 올림픽 아파트옆시료에서만 발아가 관찰

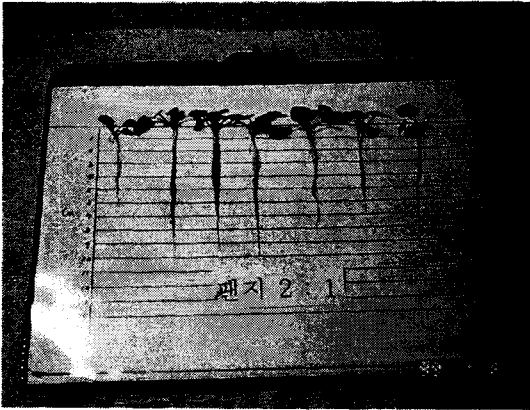


Fig. 4. Growth Rate of Pansy in the Sediments Mixed in the Ratio 2 : 1
(From left : S-1 +, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8).

Fig. 5. Growth Rate of Marigold in the Sediments Mixed in the Ratio 2 : 1
(From left : S-1 +, S-3, S-4, S-6).

Table 14. Growth Rate of Pansy in the Sediments Mixed in the Ratio 2 : 1 (After 75 days)

| Seed Sample | Pansy | | | | | | |
|----------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 |
| | + | + | + | + | + | + | + |
| | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
| 뿌리길이(cm) | 5.5 | 9.3 | 9.0 | 9.0 | 8.0 | 6.1 | 7.5 |
| 평균 개체수 | 2.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 2.0 | 4.0 | 3.0 |

Table 15. Growth Rate of Marigold in the Sediments Mixed in the Ratio 2 : 1 (After 75 days)

| Seed Sample | Marigold | | | | | | |
|----------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 |
| | + | + | + | + | + | + | + |
| | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
| 뿌리길이(cm) | ND | 8.7 | 6.3 | ND | 6.0 | ND | ND |
| 평균 개체수 | ND | 3.0 | 1.0 | ND | 1.0 | ND | ND |

되었다. 성장 실험 결과를 보면 탄천 B에서 가장 잘 자라고 성내천 하류시료에서 가장 빈약하게

성장하는 것으로 나타났다. 이를 순서대로 놓으면 탄천 B 시료) 올림픽 아파트옆시료) 탄천 주차장시료

〉 성내천 하류시료 순이다.

마. 조성비 (탄천모래 : 퇴적토) 2 : 1 에서 팬지와 금잔화의 생장실험

2 : 1 조성비에서 팬지의 생장 실험 결과를 보면 Fig. 4와 Table 14에 나타난 바와 같이 팬지의 경우 탄천 A + 올림픽 아파트옆 시료에서 가장 잘 자라고 탄천 A + 탄천 주차장시료에서 가장 빈약하게 성장하는 것으로 관찰되었다. 이를 순서대로 놓으면 탄천 A + 올림픽 아파트옆시료 > 탄천 A + 성내천 하상시료 > 탄천 A + 성내천 하류시료 > 탄천 A + 골드마리나 선착장 하상시료 > 탄천 A + 성내천 중류시료 > 탄천 A + 탄천 B 시료 > 탄천 A + 탄천주차장 시료 순이다.

금잔화의 경우 Fig. 5와 Table 15에 나타난 바와 같이 탄천 A + 성내천 중류시료에서 가장 잘 자라고 골드마리나 선착장 하상시료에서 가장 빈약하게 자라는 것으로 관찰되어진다. 한편, 탄천 A + 탄천 B, 탄천 A + 탄천 주차장시료, 탄천 A + 올림픽 아파트옆시료, 탄천 A + 성내천 하상 시료에서는 생장이 전혀 관찰되지 않았다. 이를 순서대로 놓으면 탄천 A + 성내천중류 시료 > 탄천 A + 성내천하류 시료 > 탄천 A + 골드마리나 선착장 하상시료 순이다.

바. 조성비 (탄천모래 : 퇴적토) 3 : 1 에서의 팬지와 금잔화의 생장실험

3 : 1 의 조성비에서 실험결과를 보면 Fig. 6과

Table 16에 나타난 바와 같이 팬지의 경우 탄천 A + 성내천 중류시료에서 가장 잘 자라고 탄천 A + 성내천 하상시료에서 가장 빈약하게 자라는 것으로 관찰되어진다.

이를 순서대로 놓으면 탄천 A + 성내천 중류시료 > 탄천 A + 성내천 하류시료 > 탄천 A + 올림픽 아파트옆시료 > 탄천 A + 탄천주차장시료 > 탄천 A + 골드마리나 선착장 하상시료 > 탄천 A + 탄천 B > 탄천 A + 성내천 하상시료 순이다. 그러나 금잔화의 경우 3 : 1 의 조성비에서는 전혀 발아가 되지 않았다.

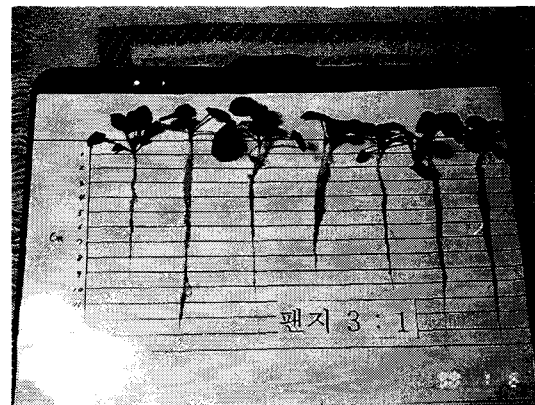


Fig. 6. Growth Rate of Pansy in the Sediments Mixed in the Ratio 3 : 1
(From left : S-1 +, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8).

Table 16. Growth Rate of Pansy in the Sediments Mixed in the Ratio 3 : 1 (After 75 days)

| Seed Sample | Pansy | | | | | | |
|----------------|-------|------|------|-----|-----|------|------|
| | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 | S-1 |
| | + | + | + | + | + | + | + |
| | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
| 뿌리길이 (cm) | 9.5 | 12.0 | 13.5 | 8.7 | 9.5 | 12.3 | 13.1 |
| 평균 개체수 | 3.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 3.0 | 3.0 | 2.0 |

4. 결 론

한편 위의 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 75일간의 실험결과 중 팬지의 경우 원퇴적토, 혼합토 (2:1), 혼합토 (3:1)에서의 발아일수는 7일에서 10일, 9일에서 12일, 7일에서 10일 사이로 각각 나타났다. 이를 순서대로 놓으면 원퇴적토 = 혼합토 (3:1) > 혼합토 (2:1) 이다. 금잔화의 경우 발아일수는 원퇴적토는 8일에서 9일, 혼합토 (2:1)는 7일에서 10일로 나타나 거의 비슷하게 발아가 이루어짐을 알 수 있다.

(2) 개체수는 팬지의 경우 혼합토 (3:1)에서 가장 많이 나타났고 원퇴적토에서 가장 적게 나타났다. 이를 순서대로 놓으면 혼합토 (3:1) > 혼합토 (2:1) > 원퇴적토이다. 금잔화의 경우 원퇴적토에서 가장 많이 나타났고 혼합토 (3:1)에서는 발아된 개체가 한 개도 없었다.

(3) 성장된 뿌리길이에 있어서 팬지는 원퇴적토의 경우 약 8.4cm, 혼합토 (2:1)의 경우 7.8cm, 혼합토 (3:1)의 경우 9.8cm로 나타났다. 이를 순서로 놓으면 혼합토 (3:1) > 원퇴적토 > 혼합토 (2:1) 이다. 금잔화의 경우 원퇴적토에서 10.3cm, 혼합토 (2:1)에서 7.0cm로 나타나 원퇴적토가 다른 토양보다 높은 생장률을 나타냈다.

이를 종합하여 보면 뿌리 길이, 개체수, 개체 크기에 있어서 팬지의 경우 모래가 많이 섞인 점토질 일수록 생장에 도움이 되어 혼합토 (3:1)에서 가장 크게 나타났고 금잔화의 경우는 모래가

섞이지 않은 원퇴적토에서 높은 생장률을 나타냈다. 따라서 팬지의 경우 적절한 혼합비를 이용한다면 홍수퇴적토의 재활용 가능성을 증진시킬 수 있고 금잔화의 경우는 실트와 점토 성분이 많은 원퇴적토를 이용하면 홍수퇴적토의 재활용 가능성을 증진시킬 수 있을 것으로 사료되어 식물에 따라 원퇴적토의 적절한 혼합비가 요구됨을 알 수 있다.

참 고 문 헌

1. 동아출판, "세계 교육 대백과", 19권 pp. 131 (1991)
2. 중앙화훼 종묘주식회사, "과종기와 개화기의 관계", (1996)
3. 환경처, "환경오염공정시험방법", 동화기술, (1993)
4. APHA, AWWA, WEF, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 18 th, Ed. (1992)
5. Page. A. L, R. H Miller, D.R Keeney, "Methods of Soil Analysis" Part 2 (1990)
6. A. Granta, Mr. Babaro, L. Maturo, Arch. Mal. Prof., 31 : 357 (1970)
7. 신영오, "토양식물영양 비료학", 집현사 (1987)
8. 최병순, 김진한, 이동훈, " 토양오염개론 ", 동화기술, pp. 113 (1997)