



요업산업폐기물 및 목질자원을 이용한 인공배토의 제조

1. 머리말

순환형사회 구축이 요구되는 가운데 애지縣과 나고야市에서는 '순환형 환경도시구축을 위한 기반기술개발' 사업에 나서고 있다.

이 사업은 과학기술진흥사업단에 의한 지역결집형 공동연구사업의 하나로 1999년 10월부터 2004년 9월 까지 5년 동안 산업계 및 관청과 학계가 공동으로 순환형환경사회를 구축해 나가기 위해 필요한 기술을 개발한다는 내용이다. 이 사업에서 필자는 '야산(도시근교림)의 이용과 관리방법의 연구개발'에 2000년 4월부터 2002년 9월까지 참가를 계획하고 연구를 실시했다. 현재 그 성과의 일부가 '인공배토 제조법'으로 특허 신청 중이다.

이번 연구는 애지縣의 주요산업 가운데 하나인 도자기산업에서 배출되는 폐기물의 재사용(리유스)과 재이용(리사이클)을 위한 것이다. 이 사업은 확보된 연구성과를 서둘러 발표함으로써 산업부문에 광범위하게 이용할 수 있는 길을 열어준다는 것을 하나의 목표로 하고 있다. 이번 글에서는 그 기술의 상세한 내용을 보고해 보기로 한다.

2. 순환형환경도시 구축을 위한 기반기술 개발

(재)과학기술교류재단(나고야市 나카區)이 중심이 되어 해당지역 기업(토요타자동차, 도호가스, 니혼가이시, INAX 기초연구소), 애지縣(산업기술연구소, 가리야市, 애지縣 환경조사센터), 나고야市(나고야市 공업기술연구소, 아츠다區) 및 나고야대학, 미에대학, 토요

松井 春夫(Matsui Haruo)

학교법인 나카니시학원 나고야환경건설전문학교
녹화디자인과

하시 기술과학대학 등의 산업계 및 관청, 그리고 학계가 이 사업에 결집하여 지역결집형 공동연구로서 실시하고 있다. 연구팀은 다음과 같은 그룹으로 나뉘어져 있다.

① 도시폐기물의 자원화 및 재이용기술의 연구개발
유기폐기물의 재자원화기술, 배수의 고도처리, 순환재이용기술의 연구개발, 무기폐기물의 재이용과 유해물질의 안정화기술에 대한 연구개발

② 야산(도시근교림)의 이용과 관리방법의 연구개발
야산 소규모 집수역에서의 물순환과 열수지, 지속가능한 야산의 관리방법, 목질재료의 고도이용기술 등

③ 환경영향평가방법과 연구개발
지역물질 플로모델, 연간에너지 최적이용모델 구축, 재자원화기술 엑스퍼트 시스템, 미이용 물질 발생 자기증식형 데이터베이스 개발 등

필자는 이 사업에 2년 반 동안 참여하여 도시와 야산 사이의 물질순환기능이 원활하게 이루어질 수 있도록 요소기술 개발을 연구주제로 대응해 왔다.

이 연구성과는 상기 재단의 연구성과 전개 종합데이터베이스(J-STORE, <http://jstore.jst.go.jp>)에서 열람이 가능하다.

3. 애지縣에서 배출된 요업산업폐기물과 목질 미이용 자원

3.1 규사·장석폐토(모레키라·점토키라)

애지縣은 요업산업이 활발한 지역이다. 이 가운데서 세토 지방의 각종 요업제품 생산, 미카와 지방의 기와와 항아리 등의 생산은 요업산업의 중심을 이루고 있다. 이러한 요업산업에서는 생산 활동의 결과로서 당연히 폐기물이 발생하게 된다. 세토 지역의 요업산업에 발생하는 도자기계 폐기물은 연간 7만 톤으로 예상되고 있다. 그 내역을 살펴보면 도자기 폐기물이 3만 톤, 건조물(아탄폐기물)·폐석고·기타를 합쳐 총 4만 톤이다. 이러한 도자기계 폐기물과 함께 규사와 장석을 정제할 때 배출되는 규사폐토와 장석폐토(통칭 키라)를 처리하는 것이 큰 문제가 되고 있다.

매월 발생하는 키라의 양을 정확하게 파악하는 것은 어려운 일이나 애지縣과 규사공업 공동조합 내부 자료에 의하면 어떤 달의 관련회사 17개사의 배출량은 3만 7,000톤(최소 200톤, 최대 6,000톤)으로 보고된 바 있다. 이로써 연간배출량은 20만~50만 톤에 달하는 것으로 추정된다. 이러한 키라의 대부분은 이용방법이 없어 일부는 매립용 재료, 요업원료로서의 재이용, 환경정화 재료로서의 응용 등이 시도되고 있으나 그 대부분이 보관상태에 머무르고 있으며, 이것이 바로 관련 산업이 정체되는 가장 큰 요인이 되고 있다.

3.2 샤모테

점토기와는 1400년의 역사를 가지고 있다. 일본경제의 고도성장과 함께 주택수요가 급격하게 증가하였고 이와 함께 기와의 생산량도 증가했다. 터널가마에 의한 대량생산에 의해 불량품(기와조각)도 증가했다. 애지縣도 기와공업조합(다카하마市) 휘하의 기와공장에는 연간 생산량이 약 180만 톤인데 그 3% 정도인 6만 톤의 폐기물이 발생한다. 또 일단 절성된 세라믹을 파쇄, 분쇄하고 입자형태로 만든 샤모테라고 불리는 것은 피파쇄물의 재질에 의해 구분되어 자기샤모테, 도자기샤모테, 유약도기질 샤모테라고 불린다.

1985년에 건설되어 1993년에 증설된 샤모테 분쇄공

장(다카하마市)에서는 매립용, 재생기와용 원료로서 샤모테를 재이용하는 방법이 시도되고 있는데 대부분의 샤모테는 새로운 이용법이 모색되고 있는 단계이다.

3.3 목질 미이용 자원

일본에서는 제2차 대전 후의 국책으로서 전국 각지에서 산나무와 편백나무 등의 침엽수가 심어졌다. 이들 식수가 반세기 이상을 자라면서 간벌(숙아베기) 등이 필요한 시기가 되었다. 그러나 일본 목재관련기업의 제조과정에서 목질자원의 소비를 보면 안정적인 공급과 저렴한 가격 등으로 인해 외국재의 소비가 주류를 이루고 있어 국산재 소비 및 가치가 낮은 것이 현실이다. 농림수산성 보고에 의하면 2001년도의 목질소재 공급량(수요량)은 3,259만 m^3 로서 이 가운데 외국재료가 51.6%, 국산재료가 48.4%로서 여전히 외국산 재료의 수요가 50% 이상을 차지하고 있다.

또 전국 목재자원 리사이클협회 연합회의 조사에 의하면 1996년의 경우 목질폐기물은 193만 5,000톤으로 이 가운데 연료로 이용되는 것은 150만 톤(78%), 공업원료는 43만 5,000톤(22%)인 것으로 보고된 바 있다. 공업원료로서는 종이펄프, 파티클 보드, 섬유판, 목질시멘트판 등으로 이용된다. 애지縣의 삼림상황을 보면 현재 22만 1,000ha의 삼림면적이 존재하며 현 면적의 약 43%를 차지하고 있다. 삼림자원의 특징을 살펴보면 수령(樹齡) 10급 이상(46년생 이상)이 53.1%를 차지하고 있어 전국이 27.5%인데 비하면 매우 많은 것으로 그 가운데서도 오랜 동안의 삼림조성에 의해 인공림의 비율이 50%(전국이 20%)를 차지하고 있다.

이러한 인공림은 잘 성장하고 있으며 간벌이 필요한 시기를 맞이하고 있다. 애지縣에서는 국가의 '긴급 간벌종합대책 추진방침'을 수용하여 '애지縣 긴급간벌 추진계획'을 세워 2000년도부터 5년간 1만 2,500ha의 삼림을 간벌하는 사업을 추진하고 있다. 2003년도에는 2,450ha의 간벌이 예정되어 있다.

그러나 이와 같은 목질자원의 리사이클도 순조롭게 이루어지고 있지 않은 것이 현실이다. 순환형 환경사회 구축을 고려할 때, 요업산업폐기물과 도시수목전정에 따른 목질재, 건물해체에 의한 목질폐재 등 도시부에서

정체되고 있는 폐기물과 삼림부에서 발생하는 자원이지만 재이용이 잘 이루어지지 않는 목질자원(간벌재 등)을 유효하게 이용함으로써 순환이 이루어지도록 해야 할 것이다. 이러한 가운데 새로운 용도를 개발·연구하는 일환으로 요업산업폐기물과 잘 이용되지 않는 목질자원, 예를 들어 간벌재와 전정가지재, 마른 솔잎재, 건축해체목재, 목재공업폐재 등을 원료로 식물생육용 인공배토를 제조하는 리사이클 기술개발에 대해 기초실험을 실시했다.

4. 인공배토의 현황

실험결과를 보고하기 전에, 우선 인공점토에 대해 서술해 보기로 한다. 현재 환경녹화에 대한 사람들이 관심이 높아지면서 각종 인공배토가 제조되어 주변에 녹화 재료를 파는 상점이 점차 늘어가고 있다. 최근 알려진 인공배토에 관한 특허내용을 살펴보면 다음과 같다.

- 피트모스와 버크토티비를 유기성분으로 하여 이를 시멘트에 의해 접합한 녹화생육기반재
- 무기성분으로 버미큘라이트, 펄라이트 또는 천연 제올라이트를 사용하고 유기성분으로는 완속버크, 피트모스, 쌀겨, 톱밥, 쇠똥, 닭똥 등을 이용한 인공배토
- 버미큘라이트 등을 포함한 인공배토 또는 발효 등의 천연배토를 기본으로 하고 있는데 반해 삼나무, 나한백, 편백 등을 잘게 잘라 사용하고, 경우에 따라서는 더 발효시킨 분뇨를 혼합하여 각종 시판 비료를 섞은 인공배토
- 식재용 인공배토
- 벼농사 육묘배토

그러나 이들 인공배토는 기존에 사용되어 오던 재료를 조합하여 제조된 것으로 요업산업 등의 산업생산활동에서 발생하는 폐기물을 원료로 사용하지 않는다.

이번 연구에서는 요업산업에서 발생하는 폐기물과 미이용 목질자원을 주요 원재료로 사용하고, 식물 육성용 영양소를 첨가하기 위한 연구를 통해 종래에 생산되어 오던 인공배토와 동등하거나 그 이상의 식물생육능력을 가진 인공배토 제조를 목적으로 하고 있다.

5. 인공배토 제조를 위한 재료

5.1 장석폐토

장석폐토, 규사폐토 등은 입경이 미세하여(일반적으로는 150 μ m 이하, 평균적으로는 23 μ m 정도) 인공배토로서 그대로 사용하는 경우는 눈이 막혀 식물의 뿌리에 산소가 공급되는 데 영향을 미칠 것으로 생각된다.

또 관수에 의해 미세한 입자는 흘러 나가 버리는 경우가 많다. 때문에 인공배토로서 이용하기 위해서는 입자를 다시 만들어야 할 필요가 있다.

장석폐토를 주성분으로 하고 점토, 운모폐토 및 톱밥 등을 원료로 사용하여 1,000 $^{\circ}$ C에서 1시간 동안 보관하여 소성시킴으로써 입경 850~5,600 μ m의 제품을 제조하는데 킨라를 사용한 인공배토를 기본으로 했다.

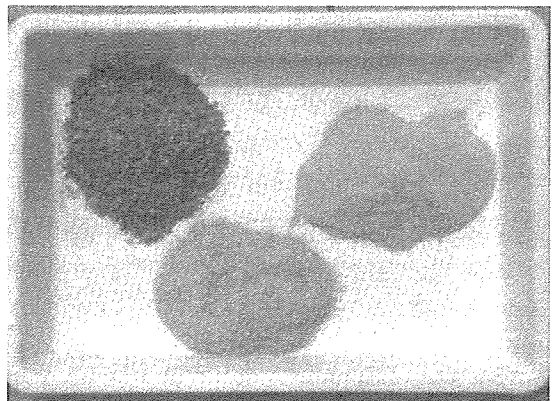
5.2 기와사모테

애지縣 도기기와협동조합에서 처리되는 기와조각 가운데 4~5mm로 분쇄한 도기기와 사모테를 원료로 하고 있다.

5.3 목질재료

삼나무의 간벌재를 칩 모양으로 만들어서 월레밀(이케모토 이화학업 TypeWM-3)로 분쇄하여 2mm 이하로 만든 것을 이용했다. 이러한 인공배토를 만들기 위한 재료는 사진 1과 같다.

(사진1) 인공배토의 재료



좌측 위 : 장석폐토, 우측 위 : 기와사모테, 아래 : 목질분쇄물(삼나무번재)

6. 인공배토의 제조

6.1 목질분쇄물에 영양소를 함침시키는 방법

식물생육용 무기영양분으로 칼륨, 나트륨, 칼슘, 마그네슘, 철, 망간 및 암모늄의 각종 양이온, 질산, 황산, 염화물, 인산 등 각종 양이온을 첨가했다. 물 1l 에 칼륨 50~80mg 당량, 나트륨 40~60mg 당량, 칼슘 20~40mg 당량, 마그네슘 15~25mg 등량, 철 2~5mg 등량, 망간 1~3mg 등량, 질소 100~150mg 당량, 유황 15~25mg 등량, 염소 40~60mg 당량 및 인 20~30mg 당량을 녹여 영양첨가원액으로 사용했다.

이 원액을 10~15배 희석하여 목질분쇄물, 장식페토를 기본으로 하는 조립토에 완전하게 함침시켰다. 영양소 3대 원소로서는 질소, 인산 및 칼리가 있는데 일반적으로 식물생육에는 10a 당 각각 12~20kg, 6~12kg, 8~15kg을 시비하는 것이 표준이다. 이를 참고로 하여 필자가 실시한 삼나무, 편백나무, 적송 등의 수경재배 실험에서 확인된 무기영양염의 식물체내로의 주입효과에 대해 고려하여 생육식물에 이러한 영양소가 더욱 효율적으로 흡수되도록 배합했다.

6.2 재료혼합비

장식페토는 식물생육을 위한 영양분을 포함하고 있는데 전술한 바와 같이 입경이 작기 때문에 눈막힘이 발생하고 공기의 유통을 저해한다.

한편 기와샤모테는 식물생육을 위한 영양이 부족하다. 이에 다음과 같은 2종류의 인공배토를 제조한 식물생육실험을 실시했다.

- ① 기와샤모테 : 목질분쇄물(영양소함침) = 50 : 50
- ② 장식페토 입자조성물(영양소함침) : 폐엽토 : 장식페토 = 50 : 35 : 15

7. 실용화시험의 결과 및 고찰

7.1 장식페토 및 산토(山土)의 조성

세토지구에서 배출되는 전형적인 장식페토의 경우 2000년 1월 19일부터 2001년 7월 27일까지 18개월 동안, 배출된 19개 샘플에 대해 형광 X선 분석(분석기종 :

〈표 1〉 장식페토의 성분분석(중량%)

	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO
시료채취일						
2000년						
1/19	17	2.0	0.31	2.4	5.3	0.95
2/2	16	1.9	0.26	2.7	5.4	1.06
3/15	17	1.8	0.29	2.7	5.2	1.06
4/5	17	1.9	0.30	2.3	5.3	0.94
5/10	17	1.9	0.29	2.4	5.2	0.96
6/3	17	1.9	0.29	2.4	5.2	0.96
7/10	17	2.1	0.32	2.3	5.3	1.00
8/9	17	2.0	0.32	2.2	5.1	0.96
9/7	17	2.1	0.32	2.2	5.1	0.96
10/4	17	2.1	0.34	2.2	5.1	0.90
10/28	16	2.1	0.37	2.2	5.0	0.98
12/7	17	2.0	0.30	2.4	5.3	1.04
2001년						
1/17	17	2.0	0.30	2.4	5.2	0.99
2/12	17	2.0	0.29	2.3	5.1	1.01
3/9	16	1.9	0.29	2.6	5.5	1.02
4/11	16	1.8	0.26	2.8	5.5	1.01
5/19	17	2.0	0.29	2.4	5.2	0.97
6/14	16	2.1	0.27	2.6	5.4	1.00
7/27	17	2.0	0.27	2.5	5.2	1.00
평균치	17	2.0	0.30	2.4	5.3	0.98
최고치	17	2.1	0.37	2.8	5.5	1.06
최저치	16	1.8	0.26	2.2	5.0	0.85

RIGAKU-RI×2000)방법을 이용한 성분분석을 실시했다. 구성성분의 대부분을 차지하는 SiO₂를 제거한 주요성분의 분석결과는 표 1과 같다.

이러한 장식페토에는 나트륨, 칼륨 및 칼슘 등 식물생육에 필요한 성분이 포함되어 있다는 사실이 확인되었다.

이에 애지縣의 산림지대 산토를 5군데에서 19가지 샘플로 채취하여 동일한 방법으로 구성성분을 분석했다. 분석결과는 표 2와 같다.

장식페토와 산토의 구성성분을 비교해 보니 다음과 같은 점을 확인할 수 있었다.

- ① 장식페토는 거의 일정한 조성을 유지하고 있음
- ② SiO₂에 이어 많은 Al₂O₃ 함량은 거의 동일한 양을 포함하고 있음
- ③ Fe₂O₃와 TiO₂의 함량은 산토가 많음
- ④ Na₂O, K₂O 및 CaO의 함량은 장식페토가 많음
- ⑤ 장식페토에는 식물 육성에 필요한 알칼리성분이

〈표 2〉 애지縣 산토의 성분분석(중량 %)

채취장소	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	CaO
코타町	12	3.5	0.37	0.20	1.9	0.07
	17	5.3	0.59	0.33	2.4	0.12
	12	4.3	0.50	0.17	1.3	0.08
	20	6.8	0.86	0.40	2.8	0.21
이누아마市 아쿠덴	13	4.3	0.52	0.13	1.9	0.06
	7	3.3	0.31	0.16	1.1	0.27
	11	4.0	0.47	0.13	1.0	0.08
후지오카町	17	5.9	0.80	0.14	1.6	0.08
	15	2.3	0.23	2.10	4.7	1.20
	16	1.5	0.06	3.10	4.8	1.80
다하라町	11	1.2	0.09	3.00	2.7	1.40
	20	3.8	0.31	3.00	3.8	1.70
	16	7.4	1.40	0.25	1.6	0.62
누카타町	16	7.6	1.10	1.30	1.7	1.90
	22	9.7	1.40	1.50	4.2	0.32
	18	11.0	1.40	0.10	2.0	0.65
평균치	20	5.8	0.76	0.75	2.8	0.54
	22	7.3	0.83	0.14	1.6	0.09
	18	4.8	0.58	1.30	2.6	1.20
최고치	16	5.3	0.66	0.96	2.4	0.65
최저치	22	11.0	1.40	3.20	4.8	1.80
최저치	7	1.2	0.06	0.10	1.0	0.06

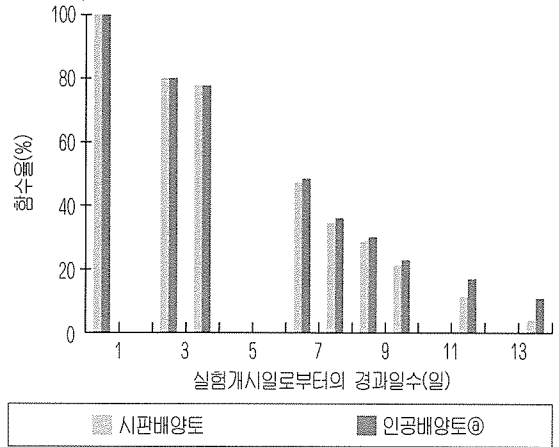
풍부하게 함유되어 있으므로 그 상태라도 배합량을 줄이고 식물 육성용 인공배토에 혼합하여 새로운 자원재료로서 활용이 가능할 가능성이 있을 것으로 생각됨

7.2 인공배토의 보수성

토양의 성질 가운데 보수성은 식물을 키우는 데 중요한 요소이다.

이에 시판되고 있는 가정원예용 배양토인 '꽃과 야채의 배양토'로 제조된 인공배토^㉔를 이용하여 보수성을 확인하는 실험을 실시했다. 전술한 시판배양토와 인공배토를 각각 비커에 100ml씩 담고 물을 40ml씩 가했다. 인공배토^㉔의 최대용수량은 토양 100ml에 대해 38ml이다. 비커, 토양 및 물의 합계중량을 측정하여 비닐하우스 내에 두었다. 2주간에 걸쳐 총중량을 측정하여 물이 증발하면서 감소하는 상태를 관측했다. 결과는 그림과 같다.

(그림) 시판배양토와 인공배토^㉔의 보수력 비교



물이 증발하여 토양 속의 수분이 적어질수록 시판배양토와 비교하여 인공배토^㉔의 보수성이 약간 더 우수하다는 사실이 확인되었다. 키라를 사용한 인공배토^㉔에서는 최대용수량이 36.5ml를 나타내어 샤모테를 사용한 인공배토보다 약간 뒤쳐지는 결과를 보였다.

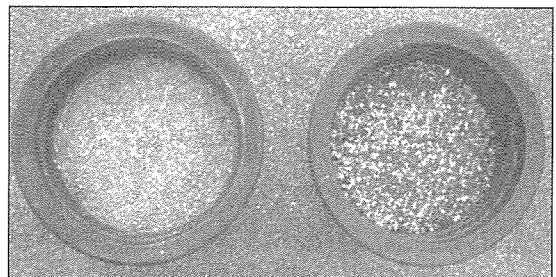
7.3 야채의 육성실험

(1) 가지의 생육실험

인공배토의 식물생육능력을 실험하기 위해 시판되는 배양토를 대상으로 가지(오쿠로다, 나카나가, KANEKO SEEDS)) 씨를 심어서 키웠다.

인공배토^㉔와 시판배양토는 사진 2와 같다. 인공배토에 심은 가지 씨는 발아되어 모종이 순조롭게 성장했다(사진 3). 온실 안에 인공배토를 이용한 컨테이너 가든(90cm×90cm×18cm)을 설치하고 가지 씨를 심어 키웠다. 가지는 시판토양과 거의 동등한 성장과 수확을 보였다(사진 4).

(사진 2) 인공배토^㉔



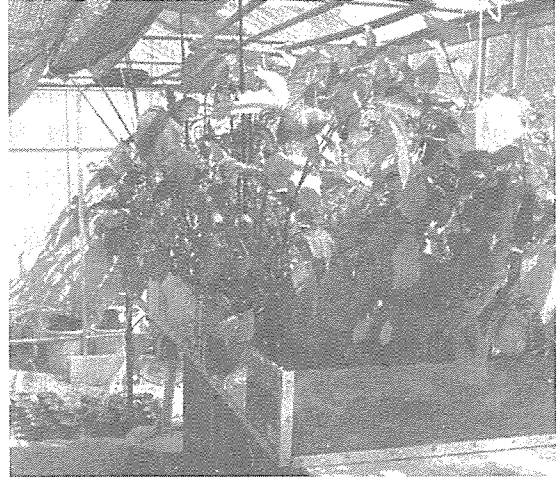
좌측 : 인공배토^㉔, 우측 : 시판중인 배양토

(사진 3) 가지의 생육

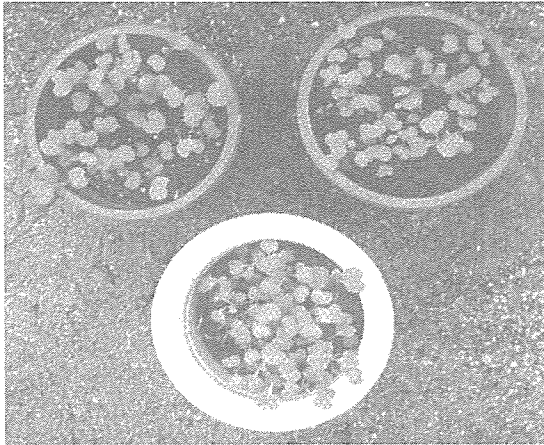


좌측 : 인공배토⑥, 우측 : 시판중인 배양토

(사진 4) 온실 내에서 가지의 재배

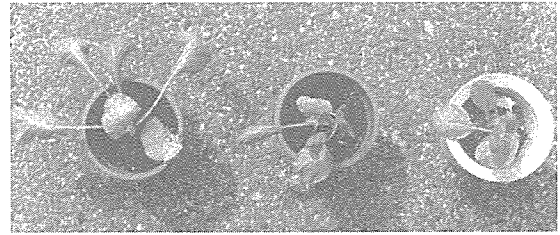


(사진 5) 변종순무의 생육(1)



좌측 위 : 산토, 우측 위 : 시판 중인 배양토, 아래 : 인공배토⑥

(사진 6) 변종순무의 생육(2)



좌측 : 시판 중인 배양토, 중간 : 산토, 우측 : 인공배토⑥

(2) 변종순무의 생육실험

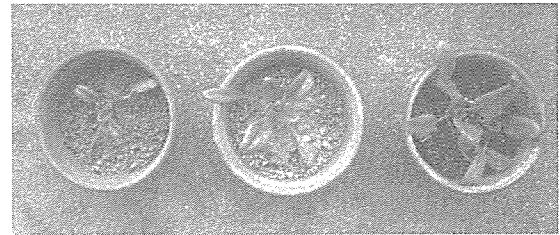
이어서 상기 시판배양토와 동일한 시판 중인 산토와 인공배토⑥에 변종순무의 씨를 심어 성장을 관찰했다. 씨는 3개의 토양에서 발아되어 성장했다(사진 5). 초기 단계에서는 비슷한 성장을 보였으나 최종적으로는 시판배양토에 심은 것이 더욱 잘 성장했다(사진 6). 인공배토⑥에서의 변종순무 재배는 산토와 동등한 생육을 보였다.

(3) 시금치 생육실험

인공배토⑥를 사용하여 시금치 씨를 심어 생육실험을 실시했다. 비교토양으로 가지 실험에 이용한 것과 동등한 시판배양토를 이용했다.

입자로 만든 흙(비료함침), 입자로 만든 흙(비료함침)+장석페토(85:15) 및 인공배토⑥의 3종류로 실험을 실시했는데 시금치의 생육상황은 사진 7과 같다. 폐엽

(사진 7) 시금치의 생육(씨를 뿌린지 56일째)



좌측 : 장석페토로 입자를 만든 흙, 중간 : 장석페토로 입자를 만든 흙+장석페토(85:15), 우측 : 인공배토⑥

토를 혼합함으로써 성장이 순조롭게 이루어진다는 것이 확인되었다. 폐엽토를 혼합함으로써 뿌리성장이 가능한 공간이 전술한 두 경우에 비해 더욱 넓게 흙 속에 확보되므로 성장이 더욱 촉진 될 것으로 생각된다.

장석페토는 소량(18용량% 이하)일 경우, 이에 혼합하

면 생육을 촉진할 것으로 예측된다. 실험결과는 사진 8과 같다. 이로서 비료효과를 확실하게 확인할 수 있었다. 표 1과 같이 장식페토는 식물의 성장에 필요한 알칼리 성분을 포함하고 있으며 특히 칼리함유량이 많아 성장촉진에 도움이 될 것으로 추정되는 바이다. 첨가한 영양소의 양을 조정함으로써 시판배양토와 같거나 그 이상의 생육을 보이는 인공배토를 제조할 수 있다.

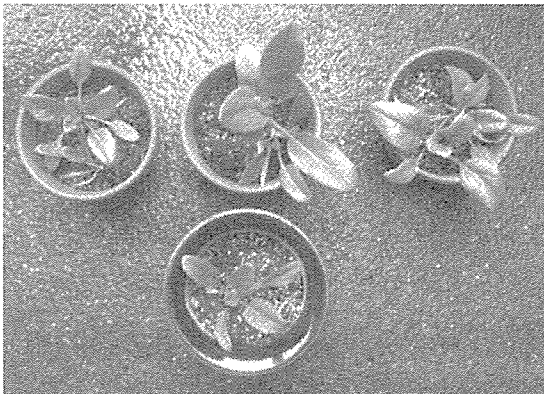
(4) 꽃의 생육실험

파종배토로서 시판되고 있는 제품과 이번 실험에서 제조한 인공배토①에, 금련화, 코스모스, 매리골드의 씨를 뿌려 키웠다. 씨는 모두 발아되었는데 초기단계에서는 모두 비슷한 성장을 보였다. 최종적으로 금련화는 시판배양토와 동일한 정도의 생육을 보였으나, 코스모스와 매리골드의 경우는 인공배토①에서의 생육이 약간 뒤떨어지는 결과를 보였다.

8. 맺음말

요업산업폐기물인 장식페토와 기와샤모테, 그리고 미이용 목질자원을 식물생육용 인공배토로서 재이용하기 위한 기초실험을 실시했다. 그 결과 야채와 꽃을 키우기 위한 기초토양으로서 이용할 수 있다는 가능성을 보여 주었다. 또 이와 같이 제조된 인공배토는 필라이

(사진 8) 장식페토의 혼합효과(시금치, 파종후 88일째)



좌측 위 : 장식페토로 입자를 만든 흙+페엽토(60:40), 중간 위 : 장식페토로 입자를 만든 흙+페엽토+장식페토(50:35:15), 우측 위 : 장식페토로 입자를 만든 흙+페엽토+장식페토(32:40:18), 아래 : 시판되는 배양토

트나 목질칩 등과 혼합하여 전체비중을 줄이는 등의 연구를 통해 도시의 열섬현상을 완화하는 대책으로서 옥상녹화 등의 식물생육재료 및 식물유지체로서의 이용도 가능할 것으로 생각된다.

도시와 야산 간에 정체되어 있는 미이용 자원을 유효하게 이용함으로써 순환형환경사회를 만드는 것이 가능하다. 또한 산업생산활동 폐기물의 새로운 재자원화 방향을 제시함과 동시에 도시환경 완화기술을 위한 재료제공 등 두 가지가 가능한 기술로서 효과적인 것으로 생각되는 바이다.

이번 연구결과를 정리해 보면 다음과 같다.

① 요업산업폐기물인 기와샤모테와 장식페토에 미이용 목질자원을 합치고 식물생육용 영양소를 가해 인공배토를 만들었다.

② 이와 같이 만든 인공배토를 이용하여 가지, 변종순무, 시금치, 금련화 등을 키웠다.

③ 만든 인공배토를 이용한 야채류의 생육실험에서는 시판되고 있는 인공배양토와 비슷하거나 그 이상의 생육능력을 보이는 것으로 확인되었다.

④ 화분류 생육에 있어서는 시판되고 있는 제품과 동등하거나 약간 뒤떨어지는 생육능력을 충분히 발휘하는 것으로 확인되었다.

⑤ 식물생육에 필요한 보수성은 제조한 인공배토①가 시판되고 있는 인공배토보다 우수하다는 것을 나타내었다.

⑥ 만든 인공배토를 이용한 식물생육 실험과정에서 첨가된 목질재료가 숙성하여 흑색을 나타내었다. 완숙된 목질재료를 사용하여 미완숙상태의 목질재료를 이용했을 때와 비교할 필요가 있을 것으로 생각된다.

⑦ 기와샤모테가 단립(團粒)구조의 역할을 하고 장식페토가 일부 영양소보급 역할을 하며 목질재료가 토양층의 대기공간을 확보하는 역할과 영양원, 수분유지, 장기적인 영양소방출의 역할을 함으로써 이 모든 것이 조화를 이루어 인공배토로서의 효과를 나타내고 있다.

〈자원환경대책(일본) 2003년 10월호 첨단환경기술 자료제공〉