

한강 퇴적토의 식재 토양 활용에 관한 기초연구

조용현¹⁾ · 김갑수¹⁾

¹⁾서울시정개발연구원

A Preliminary Study on Application of Alluvial Deposit in the Han River for Planting Soil

Yong-Hyeon Cho¹⁾ and Kap-Su Kim¹⁾

¹⁾Seoul Development Institute

ABSTRACT

The purpose of the study was to analyze the feasibility of the alluvial deposit deposited on upper terrace in Han River as a substitute for conventional plant soil. For this purpose, the soil characteristics were analyzed, and germination and growth rate of pansy and marigold for 75 days were investigated.

Soil contamination level of all the samples, except mineral oil, was analysed under the legal contamination level, while some mineral oil was detected in almost samples at 2.0~32mg/kg.

The measures of the soil texture (sandy loam or loam), organic matter (2.5~5.5%), available phosphate (22~98mg/kg), exchangeable cation of K (0.5~1.1cmol/kg), Ca (0.9~9.6cmol/kg), Mg (0.1~0.7cmol/kg), Na (0.7~3.1cmol/kg), CEC (3.1~24.3cmol/kg) were identified as not worse than those of conventional planting soil. But the pH (5.1~5.3) was detected slightly lower than the range (5.5~6.9) of average domestic field soil.

The germination rate of pansy in alluvial deposit was lower than that of fertile field or paddy field soil, while the growth rate of pansy for 75 days in alluvial deposit was as good as that of the compared fertile soils. But the germination rate and growth rate of marigold in alluvial deposit were much poorer than those of marigold in compared fertile soils.

Consequently, the feasibility of alluvial deposit as a substitute for planting soil was evaluated to be high.

Key words : *alluvial deposit, flooded sediment, recycling, soil contamination, soil conservation*

1. 서론

홍수시에는 한강과 주요 지천에 상당한 양의 퇴적토가 하천 고수부지, 低水路, 하천시설 등에 쌓이고 있다. 현재 치수 및 고수부지공원 청

소 차원에서 많은 운반비 혹은 폐기물 매립비용을 들여 매년 이를 준설하여 김포 매립장으로 운반·사토하고 있다. 그러나 홍수시 발생한 퇴적토는 상류 유역의 비옥한 토양의 침식물로서 일반 토양에 비해 영양분이 풍부하고 유기

물 함량이 높은 특성을 가질 것으로 판단된다. 이 경우 일부 미흡한 특성을 보완 할 경우 각종 식재용 토양으로 적합할 것으로 추측됨에도 불구하고, 아직 이와 관련된 연구가 미흡한 실정이다.

식물생육지반으로서 토양은 희소한 자원이며, 재생산이 어려운 자원이다. 특히 식물 생육에 적합한 토양을 확보하기는 쉽지 않다. 토양 확보는 이를 채취한 토지의 희생을 전제로 한 것이기 때문이다.

한편 도시의 토양은 악화되고 있는데, 우선 불투수 포장 면적이 집중함으로써 토양환경 자체의 의미가 퇴색되었다. 아울러 포장되지 않은 토양의 경우에도 사람과 자동차 등의 踏壓에 의해 통기성과 투수성이 악화되며, 유해급속물질 등으로 오염되어 토양 개량, 보존 혹은 재활용과 같은 인위적 조치가 강구되어야 한다.

이러한 맥락에서 비옥한 홍수 퇴적토에 대한 토양특성의 검증, 토양환경이 악화된 도시의 공원 수목 시비용 및 객토용 표토로 활용될 가능성 검토, 그리고 부족한 토양특성 보완방안과 기타 활용방안이 모색되어야 한다. 이와 같은 연구결과가 성공적인 경우에는 경제적으로 예산절감 및 수익사업 추진에 기여할 뿐만 아니라, 환경측면에서도 푸른 도시 가꾸기에 크게 기여할 것이고, 더 나아가서는 지구환경 보호에 기여하게 될 것으로 기대된다.

따라서 본 연구의 목적은 현재 폐기물로 간주되어 수거 후 매립되고 있는 퇴적토 중 특히 홍수시 하천 고수부지에 쌓이는 퇴적토를 조정 식재용 토양으로 활용 가능한지를 검토하는 것이다.

II. 재료 및 방법

퇴적토란 토양층 밑의 순수한 기반암이 아닌 다른 곳에서 운반되어 온 퇴적물을 모재로 발달한 토양이라 할 수 있으며, 퇴적물의 운반작용 중 流水에 의한 것을 포함하는 포괄적인 개념으로 이용될 수 있다. 퇴적토는 그 특성상 침식 발생지 특성을 반영하게 되며, 다른 토양과

달리 토양생성작용에 의해 크게 그 성질이 변화하지 않는다(권혁재, 1991). 한편 본 연구에서 다루고자 하는 대상은 하천 流水에 의해 운반되어 퇴적된 토양에 국한되므로, 이는 엄밀히 말하면 '하천 퇴적토'라고 하여야 할 것이지만 서술의 편의상 '퇴적토'라고 언급하기로 한다.

연구 목적을 달성하기 위하여 퇴적토의 발생량 조사, 성상 및 성분 분석, 식물생장실험을 실시하고, 최종적으로 활용방안을 제시하였다. 퇴적토의 성상은 유역 토지이용 특성, 하천경사 등에 기인하여 하천별로 또는 구간별로 차이가 있을 수 있으나, 연구의 공간적 범위를 송파구청 관내의 한강 고수부지, 성내천, 탄천의 고수부지로 국한하였다. 연구 대상은 홍수 때 하천 고수부지에 쌓이는 퇴적토를 중심으로 하였으며, 여기에 추가하여 평상시 정기적인 준설이 행해지는 하상 퇴적토와 하수도 퇴적토의 성상과 활용에 대해서도 부분적으로 검토하였다.

본 연구에서는 특히 퇴적토의 특성을 확인하는 것이 매우 중요하였으므로 다음과 같은 분석이 이루어졌다.

첫째, 문헌조사를 통해 퇴적토의 발생량을 파악하였다.

둘째, pH, 유효인산, 영양염, CEC 등의 이화학적 특성을 분석하였다.

셋째, 토양오염공정시험법에 의해 카드뮴, 구리, 비소, 수은, 납, 크롬, 시안, 유기인, PCB, 유류, 페놀 등의 오염도, 폐기물공정시험법에 의해 카드뮴, 구리, 비소, 수은, 납, 크롬, 시안, 유기인, TCE, PCE 함량 등 유해성을 분석하였다.

넷째, 퇴적토의 자원성을 명확히 하기 위하여 성내천 하상 퇴적토, 탄천 고수부지 퇴적토, 한강고수부지 퇴적토(골드마리나 선착장 주변) 등에 대하여 식물받아 및 생장 실험을 실시하였다.

분석에 사용된 토양재료로서는 퇴적토와 혼합토, 대조구 토양(산, 밭 토양)을 사용하였고, 식물재료로서는 팬지와 금잔화를 사용하였으며, 75일간의 변화를 관찰하였다. 시료를 채취한 지점은 송파구를 중심으로 한강 본류 고수부지(잠실 골드마리나 선착장 부근), 탄천 하류

주차장, 성내천 하류 고수부지(몽촌 빗물펌프장 주변), 성내천 중류 하상 퇴적토(야적장 근처와 야적장 내), 그리고 탄천 펌프장과 신천 펌프장 주변의 관거와 맨홀 등이다. 각 지점의 토양시료는 임의 장소에서 식물뿌리 등 이물질이 포함되지 않도록 표면을 10cm 이상 제거한 후 현장에서 혼합한 후 채취하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 퇴적토 발생 현황

퇴적토 발생량을 수리·수문학적인 기법을 사용하여 추정하는 방법이 있으나 사실상 정확한 추정이 매우 어렵기 때문에 본 연구에서는 제외되었다. 퇴적토 발생량은 강우량에 따라 크게 차이는 있으나, 한강의 저수로에는 최근 10년간 연평균 약 6백만³m³의 토사가 쌓이는 것으로 조사되었다(한강관리사업소, 1997). 특히 홍수가 심했던 1995년의 경우를 제외하면 연평균 565만³m³의 토사가 퇴적되었으며 1995년도에는 예년 평균치의 1.6배에 달하는 9백만³m³의 토사가 퇴적되었다(표 1 참조). 한강 저수로에 퇴적된 토사는 대체로 모래를 많이 함유하고 있으며 준설된 토사는 현재 골재, 수도권매립지 복토재, 수도관 포설토 등으로 활용되고 있다.

표 1. 한강 저수로의 토사 퇴적량

(단위 : 천 m³)

년도	퇴적량	년도	퇴적량
1987	5,909	1992	6,680
1988	5,189	1993	6,630
1989	4,991	1994	5,065
1990	6,087	1995	9,261
1991	5,437	1996	4,891

(자료 : 서울특별시한강관리사업소, 1997, 『한강수로조사용역보고서』)

한편 본 연구의 주요 관심대상인 한강고수부지에 퇴적되는 토사는 홍수 후 대부분 한강으로 다시 버려지기 때문에 그 양을 정확히 파악하기 어렵다. 1995년도의 경우 지역에 따라 큰

차이는 있으나 한강고수부지에 최고 1m 까지 퇴적된 곳도 있었으며 대부분의 지역에서는 10~50cm가량 퇴적되었다. 보고된 바에 따르면 1995년 서울시 관내 한강고수부지에 퇴적된 토사의 양은 부피로써 257,000m³, 무게로는 411,000톤에 달하였다. 이중 40%인 102,800m³(164,400톤)는 수거되었으나, 초지 등 자연환경지구의 상습 퇴적지에 퇴적된 60%의 퇴적토는 수거되지 않았다. 한편, 송파구 관내 잠실지구 고수부지의 면적은 590,000m²로 1995년도의 경우 10cm 정도의 토사가 쌓임으로써 퇴적토 발생량은 59,000m³로 추정된다.

서울시 주요 지천에 퇴적된 토사의 양에 대하여는 알려져 있지 않으나 1997년 10월말 현재 송파구 관내에서는 성내천 하상 퇴적토 20,441m³와 관내 하수도시설 퇴적토 6,907m³ 등 27,348m³가 수거되었다. 이중 21,058m³는 수도권매립지에 처분되었으며, 5,220m³는 성내천변 하천부지에 야적되었고, 2,523m³는 탈수에 의해 자연 감량되었다. 준설된 퇴적토 처분을 위하여 운송비(1억 9,000만원)와 매립지 반입비용(2억 1000만원)으로 약 4억 원이 소요되었다. 특히, 성내천 하상 준설토의 경우 12,698m³가 매립 처분되었으나 비교적 양호한 토사는 무상반입이 가능하였으므로 약 2억 6,600만원의 비용이 절감되었다(표 2 참조). 탄천 고수부지 주차장에도 약 10cm의 두께로 토사가 퇴적된 바 있는데 주차장의 면적(79,200m²)과 퇴적층의 두께를 고려할 때 퇴적량은 약 8,000m³(약 12,700톤)

표 2. 준설토 처분현황 (1997년 10월말 현재)

구분	준 설		처 분		야 적		비 고
	준설량(m ³)	준설비(만원)	처분량(m ³)	운송비(만원)	야적량(m ³)	운송비(만원)	
하수도 퇴적토	6,907	69,674	6,907	7,024	21,058	0	0
하상 퇴적토	20,441	5,100	12,698	12,000	-	5,220	790
계	27,348	74,774	19,605	19,024	21,058	5,220	790

주) 탈수에 의해 자연감소 발생
(자료 : 송파구청 건설관리과 내부자료)

2,523m³
자연감소

로 추정된다(퇴적토의 비중은 1995년 한강 본류 퇴적토의 비중 1.6이 적용됨).

서울시 경계 내 한강 및 지천의 홍수 퇴적토 발생량은 강우량 등에 따라 변화하는 것으로 보이며 표 1에서 보는 바와 같이 최근 10년간 한강 저수로에 퇴적된 토사의 양은 홍수량이 많았던 1995년을 제외하고는 큰 차이가 없는 것으로 나타나, 低水路의 연간 토사 퇴적량은 6백만^{m³} 내외가 될 것으로 전망된다. 한강고수부지에 퇴적되는 토사의 양은 홍수량에 따라 크게 좌우되므로 연간 평균 퇴적량을 산출하기가 어려우며 해마다 변동폭이 매우 크기 때문에 평균값이 갖는 의미는 크지 않다. 지천의 퇴적토 역시 강우량에 따라 차이는 있겠으나 퇴적토 발생량은 예년수준을 크게 벗어나지 않을 것으로 전망된다. 다만 집중호우 등으로 인하여 홍수량이 예년에 비하여 현저히 증가한 경우에는 토사의 퇴적도 현저히 증가될 것으로 전망된다.

2. 퇴적토 특성

1) 토 성

토양의 채 분석 결과 얻어진 입경 분포는 그림 1에 입경 누적곡선으로 나타내었으며 입도분석 결과 점토-실트-모래 구성비는 표 3과 같다. 미국 농무성법으로 분류한 토양입자의 입도 구분 결과는 탄천주차장 퇴적토를 제외하고는 모든 퇴적토가 사질양토로 나타났다(그림 2 참조). 이는 우리나라 밭 토양의 1/4이상은 사질양토라는 사실을 감안할 때 퇴적토가 농업용 또는 식재용으로 활용 가능성이 높다는 것을 암시하는 것이다. 탄천주차장 퇴적토는 한강 본류와 합류지점임에도 불구하고 점토함량이 낮게 나타났다. 탄천의 경우 일반적인 합류지점과 달리 지천의 하상과 고수부지가 본류보다 높으며 합류부에 보가 설치되어 있다. 이러한 구조적 특성 때문에 탄천 하류 합류부에 인접한 주차장 부근의 유속이 부분적으로 급격히 빨라지는 현상과 탄천주차장 포장면의 경사 등으로 인하여 낮은 유속에서도 쉽게 세굴되는 점토질이 한강본류로 유실되었기 때문에

점토질의 함량이 비교적 낮은 것으로 추정된다.

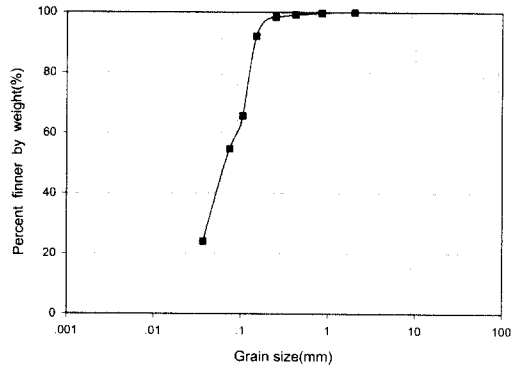


그림 1. 퇴적토의 입경 분포

표 3. 퇴적토의 점토-실트-모래 구성비

시료채취지점	점토질 (%)	실트 (%)	모래 (%)	분 류
① 한강고수부지	14.2	21.3	64.5	사양토
② 탄천주차장	14.0	49.1	36.9	양 토
③ 성내천 하류	17.9	29.5	52.6	사양토
④ 성내천 중류	14.5	22.8	62.7	사양토
⑤ 야 적 장	15.3	25.7	59.0	사양토
	15.3	21.5	63.1	사양토

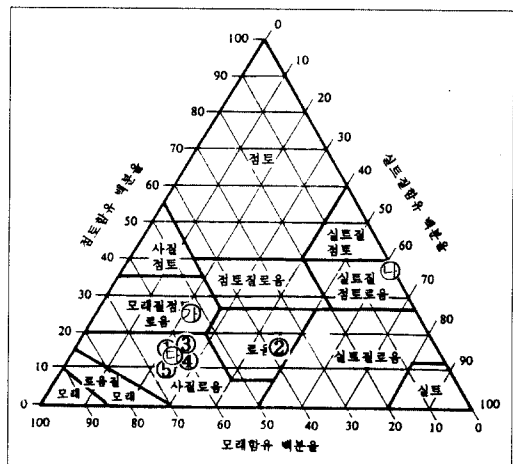


그림 2. 퇴적토의 토성 분포

2) 토양오염도

퇴적토의 오염도를 나타내는 데 있어서는 퇴적토를 토양으로 활용할 것인지 아니면 폐기물로 처분 또는 매립지복토재 등으로 활용할 것인지에 따라 분석방법이 다르다.

토양환경보전법에서는 토양오염도를 토양오염공정시험법으로 측정하도록 하고 있으며, 토양환경기준을 우려기준과 대책기준 2가지로 설정하고 있다. 우려기준이란 사람의 건강 및 재산과 동·식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있는 토양오염의 기준이며, 대책기준이란 우려기준을 초과하여 사람의 건강 및 재산과 동·식

물의 생육에 지장을 주어서 토양오염에 대한 대책을 필요로 하는 토양오염의 기준을 말한다. 한강고수부지 퇴적토 및 성내천 퇴적토의 토양오염도는 표 4에서 보듯 토양오염우려기준도 초과하지 않았다. 다만 표 5에서와 같이 몽촌뽕프장 및 탄천뽕프장 및 탄천뽕프장의 하수도 퇴적토에서 기준을 초과하는 양의 구리가 검출되었다.

한편 자연함유량과 대비해 볼 때 우리나라 논·밭의 평균 중금속 함량은 표 6에서 보듯이 카드뮴이 0.133mg/kg으로 일본(0.4mg/kg)의 1/3, 구리는 4.52mg/kg으로 일본(9.1mg/kg)의 1/2, 아연은 3.9mg/kg으로 일본(15.2mg/kg)의 1/4수준으로

표 4. 토양오염공정시험법에 의한 퇴적토의 토양오염도 (단위 : mg/kg)

시료채취지점	카드뮴	납	6가크롬	비소	수은	구리	시안	유기인	PCB	유류	폐놀
① 골드마리나	ND	13.7	1.8	ND	ND	2.82	ND	ND	ND	2.0	ND
② 탄천주차장1	ND	16.3	1.75	ND	ND	6.05	ND	ND	ND	2.6	ND
	ND	2.1	1.3	ND	ND	8.2	ND	ND	ND	ND	ND
③ 성내천하류	ND	8.1	2.6	ND	ND	8.72	ND	ND	ND	32	ND
④ 성내천중류	ND	31.1	1.8	ND	ND	14.2	ND	ND	ND	27	ND
⑤ 야적장 1	ND	38.7	1.7	ND	ND	17.7	ND	ND	ND	10	ND
	ND	13.5	2.1	ND	ND	10.7	ND	ND	ND	12	ND
농경지 우려기준	1.5	100	4	6	4	50	2	10	-	-	4
공장지역우려기준	12	400	12	20	16	200	120	30	12	80	20

주) 탄천주차장1 = 제방측 실트질, 탄천주차장2 = 저수로측 모래질

표 5. 송파구 성내천 및 하수도 퇴적토의 토양오염도 (단위 : mg/kg)

시료채취지점	카드뮴	구리	비소	수은	납	6가크롬	비고
A 몽촌뽕프장	0.365	150.5	0.210	0.860	2.068	0.310	하수도 퇴적토
B 올림픽공원(청봉교상류)	0.588	1.505	0.212	1.082	0.223	ND	성내천 퇴적토
C 탄천뽕프장 BOX	0.170	0.205	0.389	0.141	0.325	ND	하수도 퇴적토
D 탄천뽕프장 하수관	0.443	61.94	0.243	0.110	32.90	ND	하수도 퇴적토
E 신천뽕프장 BOX	0.025	0.505	1.052	0.053	0.288	0.115	하수도 퇴적토
F 신천뽕프장 주변	0.018	0.360	0.574	0.059	0.213	0.475	하수도 퇴적토
G 신천뽕프장 주변	0.360	18.60	0.117	0.089	35.81	0.355	맨홀 퇴적토
H 탄천뽕프장 주변	0.108	0.850	0.175	0.184	0.233	ND	맨홀 퇴적토
기준치 (농경지)	우려	1.5	50	6	4	100	4
	대책	4	125	15	10	300	10
기준치 (공장·산업지역)	우려	12	200	20	16	400	12
	대책	30	500	50	40	1000	30

나타났고, 납의 경우는 5.73mg/kg으로 일본에 비하여 약 30% 낮았다. 이에 비해 송과구 관내 성내천 퇴적토의 납과 비소 오염도는 자연함량 범위 이내이나 일부 하수도 퇴적토에서는 자연함량을 초과하는 양의 납이 검출되기도 하였다. 카드뮴과 구리는 시료채취지점에 따라 자연함량보다 낮은 지점도 있으며 자연함량을 초과하는 경우도 있다.

3) 유해성

앞에서는 토양오염이란 관점에서 퇴적토의 오염도를 살펴보았다. 퇴적토가 폐기물인지 여부에 대하여는 아직까지 유권해석이 내려진 바가 없다. 따라서 자원화가 불가능할 경우 폐기물로서 취급받을 가능성도 고려해 두어야 한다. 폐기물로 매립지에 매립하고자 할 경우 폐기물관리법에 따라 유해성을 검사해야 하는데, 유해물질이 기준치 이상으로 함유되었을 경우 지정폐기물로 취급되어 단순 매립이 불가능하며, 매립지 반입수수료도 3배 이상으로 높아진다.

퇴적토를 폐기물공정시험법에 의거하여 측정된 결과 표 7에서 보는 바와 같이 유해물질 함유량이 기준치 이내였다.

4) 이화학적 특성

국내 경작지 토양과 객토재의 이화학적 성상은 표 8과 같은데, 한강 및 지천 유역의 퇴적토의 이화학적인 특성은 지역에 따라 차이를 나타내고는 있으나, 표 9~표 11에서 보듯이 논이나 밭 토양의 평균치와 비교할 경우 일부 항목을 제외하고 경작토양의 조건을 대체로 만족시키는 편이다. 한강고수부지 퇴적토는 유효인산의 농도가 농경지 토양 및 객토용 토양의 함량에 약간 미달하나, 치환성 양이온 농도는 농경지 수준을 나타내었다. 성내천 퇴적토의 경우 양이온치환능이 농경지 토양에 비하여 높게 나타나고 있다.

5) 퇴적토에서의 식물생장 특성

표토로서의 자원화 가능성을 평가하기 위하여 퇴적토 뿐만 아니라 하상 퇴적토에 대하여

도 발아실험을 시행하였다. 식물발아 및 생장속도의 비교를 위하여 양질의 발토양과 부식질이 풍부한 야산의 표토에 대해 비교 실험하였다. 실험식물은 씨앗의 발아일수와 발아적온, 생육적온을 고려하여 팬지(발아일수 : 10일, 발아적온 15~20℃, 생육적온 5~25℃)와 금잔화(발아일수 : 5일, 발아적온 15~20℃, 생육적온 3~24℃)를 선택하였다.

팬지의 경우 야산의 표토나 발토양에서는 6일 이내에 모두가 발아하였으며, 퇴적토에서는 9~11일 사이에 모두 발아하였다. 여기서 발아율은 씨앗의 총 개수에 대한 비율이 아니라 발아된 port수의 비율을 사용하였다. 금잔화의 경우 밭 토양과 야산토양에서는 7~8일 사이에 모두 발아하였으나, 대부분의 퇴적토에서의 9일간 발아율은 0~60%였다(표 12 참조). 또한 생장실험결과도 표 13에서 보는 바와 같이 퇴적토에서의 생장속도가 성내천 퇴적토를 제외하고 야산토나 밭의 토양에서의 생장속도에 비해 낮은 것으로 나타났다. 실험 결과를 통해 퇴적토가 양질의 야산토나 밭 토양보다는 약간 떨어지지만 팬지에 대하여는 발아 및 생육 조건이 양호한 것으로 확인되었고, 금잔화에 대하여는 추가적인 실험연구가 필요한 것으로 밝혀졌다. 현재 한강고수부지 퇴적토를 사용하여 옥상 조경을 실시한 결과 잔디 및 조경수들의 생육 상태가 매우 건강한 점으로 미루어 볼 때 한강 고수부지 퇴적토는 훌륭한 식재지 반용 토양이 될 수 있을 것으로 추정된다(사진 1 참조).

3. 퇴적토 자원화 방안

한강고수부지 퇴적토에 함유된 유기물은 비교적 부속된 상태이기 때문에 냄새를 유발하지 않으나, 하수도 퇴적토의 경우 유기물이 완전히 부속되지 않은 상태에서 냄새를 유발하였다. 이는 주기적인 뒤집기 작업을 통하여 토양을 호기성으로 유지시킴으로써 유기물의 분해를 촉진시키고 악취를 방지할 수 있다(LaGrega, 1994).

퇴적토의 자원화에 있어서 가급적 수거장소

표 6. 토양 중 중금속 자연함유량

(단위 : mg/kg)

구 분		카드뮴	구리	납	아연	비소	비고
논	농업기술연구소(1980년)	0.128	4.18	4.79	3.95		407지점 평균
	농업과학기술원(1996년)	0.133	4.52	4.62	3.90		1,196지점 평균
	국립환경연구원(1980년)	0.135	3.99	5.73	4.36	0.56	330지점 평균
일 본		0.4	9.1	6.7	15.2	8.5	
밭	곡 류 4종	0.156	3.05	4.13	8.5	0.47	215지점 평균
	엽 채류 7종	0.133	3.66	2.04	15.98	-	199지점 평균
	과 채류 5종	0.111	3.93	1.71	16.03	-	129지점 평균
	근 채류 5종	0.103	2.47	1.86	14.84	-	92지점 평균
	과 실류 7종	0.214	3.55	1.82	24.81	-	325지점 평균
	서 류 2종	0.096	2.50	3.11	8.65	0.40	162지점 평균

(자료 : 김규식, 1996, “중금속 토양오염 복원을 위한 식물기술이용”, 『한국토양환경학회 부산·경남지역부 결성 및 토양환경세미나』)

표 7. 폐기물공정시험법에 의한 퇴적토의 유해물질 용출실험 결과

(단위 : mg/L)

시료채취지점	카드뮴	납	6가크롬	비소	수은	구리	시안	유기인	TCE	PCE
기 준 치	0.5	3.00	1.5	1.5	0.005	3.0	1.0	1.0	0.3	0.1
①	골드마리나	ND	1.37	0.18	ND	ND	1.85	0.17	ND	ND
②	탄천주차장1	ND	1.73	0.175	ND	ND	1.96	ND	ND	ND
	탄천주차장2	ND	0.21	0.13	ND	ND	1.41	0.04	ND	ND
③	성내천하류	ND	0.81	0.26	ND	ND	2.54	0.02	ND	ND
④	성내천중류	ND	2.11	0.18	ND	ND	2.7	0.02	ND	ND
⑤	야 적 장 1	ND	2.87	0.17	ND	ND	1.5	ND	ND	ND
	야 적 장 2	ND	1.35	0.21	ND	ND	1.7	ND	ND	ND

주) 탄천주차장1 = 제방측 실트질, 탄천주차장2 = 저수로측 모래질

표 8. 우리나라 경작지 토양의 이화학적 특징

구 분	pH	유기물 %	P ₂ O ₅ mg/kg	치환성양이온, cmol/kg			CEC cmol/kg	점토, %
				K	Ca	Mg		
보 통 답	5.53	2.5	70	0.23	2.4	0.75		
밭	5.7	2.0	114	0.32	2.1	0.6	10.23	
객토재(우량)	5.79	0.96	31				11.67	39.9
객토재(양호)	6.9	1.07	48				9.63	
시설원예지	6.4	2.5	1,032	0.97	5.0	1.0		
채소재배지	6.0	2.1	305	0.63	2.4	1.25		

(자료 : 조성진 외, 1990, 『토양학』)

표 9. 퇴적토의 이화학적 특성 분석 결과

시료채취지점	pH	유기물 %	P ₂ O ₅ mg/kg	치환성양이온, cmol/kg				CEC cmol/kg	EC dS/cm	염기포화도 %	분석기관
				K	Ca	Mg	Na				
① 골드마리나	5.70	2.84		0.7	6.2	0.6	2.4	16.6			1차 시료*
② 탄천주차장1	6.84	4.71		1.1	4.7	0.7	3.1	10.4			
	탄천주차장2	6.76	0.52		0.5	0.9	0.1	0.7	3.1		
③ 성내천하류	6.83	4.16		0.7	9.2	0.4	2.4	22.1			
④ 성내천중류	6.75	5.47		0.9	8.0	0.6	2.6	20.5			
⑤ 야 적 장 1	7.08	3.91		1.4	9.6	0.7	2.5	24.3			
	야 적 장 2	6.93	3.16		1.0	5.8	0.6	2.7	17.4		
⑥ 광 나 루	5.2	2.5	22	0.34	3.2	0.6		11.8	0.10	70	2차 시료*
⑦ 반 포	5.1	4.5	23	0.64	4.9	0.8		17.5	0.12	71	
⑧ 여 의 도	5.1	4.0	64	0.56	4.35	0.75		15.9	0.17	69	
⑨ 탄천주차장3	5.3	4.5	98	1.01	6.15	0.8		17.1	0.31	90	

주) 탄천주차장1=제방측 실트질 시료, 탄천주차장2=저수로측 모래질 시료,

* 1차와 2차 시료는 채취시기가 다름

표 10. 탄천 고수부지 퇴적토의 배합비에 따른 이화학적 특성 분석 결과

점토 : 모래 혼합비	pH	유기물 %	P ₂ O ₅ mg/kg	치환성양이온, cmol/kg			CEC cmol/kg	EC dS/cm	염기포화도 %
				K	Ca	Mg			
100 : 0	6.8	2.9	159	0.44	9.36	1.12	9.2	0.88	122
50 : 50	6.9	1.6	148	0.21	3.37	0.46	2.0	0.55	209
30 : 70	7.0	1.1	115	0.16	1.87	0.30	0.7	0.46	342

주) 이 표의 시료는 표 3의 것과 서로 다른 것이며 점토 : 모래혼합비는 제방 쪽의 점토질 퇴적토와 저수로 쪽의 모래가 주성분인 퇴적토의 혼합비임

표 11. 하상 및 하수도 퇴적토의 이화학적 특성 분석 결과

시료채취지점	pH	유기물 %	P ₂ O ₅ mg/kg	치환성양이온 cmol/kg			CEC cmol/kg	EC dS/cm	비 고
				K	Ca	Mg			
A 몽촌펌프장	6.7	1.6	189	0.26	5.9	0.4	5.9	0.65	성내천 퇴적토
B 올림픽공원(청룡교상류)	6.7	4.9	162	0.83	25.8	1.5	21.1	2.35	성내천 퇴적토
C 탄천펌프장 BOX	6.9	2.9	175	0.26	6.2	0.7	6.5	1.10	하수도 퇴적토
D 탄천펌프장 하수관	6.7	2.8	79	0.27	9.2	0.2	8.7	1.70	하수도 퇴적토
E 신천펌프장 BOX	7.2	1.7	153	0.24	26.2	0.8	16.8	0.90	하수도 퇴적토
F 신천펌프장 하수관	7.3	1.0	126	0.16	17.4	0.7	12.3	0.65	하수도 퇴적토
G 신천펌프장 주변	6.7	4.3	244	0.67	7.9	0.6	11.6	1.30	빗물받이 퇴적토
H 탄천펌프장 주변	6.8	4.5	59	0.70	25.1	0.5	18.7	1.90	빗물받이 퇴적토

표 12. 퇴적토에서의 발아율

(단위 : %)

시료채취지점	팬 지									금 잔 화					
	4일	5일	6일	7일	8일	9일	10일	11일	4일	5일	6일	7일	8일	9일	
① 골드마리나					60	100						0	0	0	
② 탄천주차장1					30	80	100					0	20	40	
③ 성내천하류					60	100						0	60	60	
④ 성내천중류					60	100						0	0	0	
⑤ 야 적 장 1					20	60	100					0	0	40	
					40	80	100					0	0	0	
탄천혼합(1:2)						40	60	100				0	0	0	
탄천혼합(1:3)					80	80	80	80							
발 토 양	40	80	100							0	0	80	80	100	
야산토양	60	80	100							0	0	40	100		

주) 발아율은 발아기간동안의 발아된 port의 비율이며, 탄천혼합시료는 제방측 실트질과 저수로측의 모래질 퇴적토 혼합 비율임

표 13. 생장실험결과 뿌리의 평균길이

(단위 : cm)

시료채취지점	팬 지		금 잔 화	
	45일	75일	45일	75일
① 골드마리나	3.0	7.5	-	-
② 탄천주차장	4.2	7.8	2.5	10.7
③ 성내천하류	7.2	13.0	2.0	8.5
④ 성내천중류	7.0	9.7	-	-
⑤ 야 적 장 1	5.3	8.5	2.4	11.1
	5.1	7.3	-	-
탄천혼합(1:2)	4.1	9.0	-	-
탄천혼합(1:3)	5.0	8.7		
발 토 양	6.0		13.2	
야 산 토 양	5.7		12.1	

주) 발토양 및 야산토양은 충남대학교 내의 발과 야산에서 채취된 것임

에서 수요처로 직접 운송되도록 하는 것이 바람직하며, 침출수나 악취 등의 문제를 야기할 가능성이 있는 것들은 현장에서 임시야적을 통해 이를 저감시키도록 하고 야적장에 저장 후 적절한 단계를 거쳐 자원화 또는 처분되도록 하여야 한다. 이러한 퇴적토의 자원화 절차는 그림 3에 나타내었다.

퇴적토의 자원화 과정은 오염도 측정, 퇴비 혼합, 출고로 이어지는 일련의 처리과정을 거쳐야 할 것인데, 퇴적토를 자원화하고자 할 경

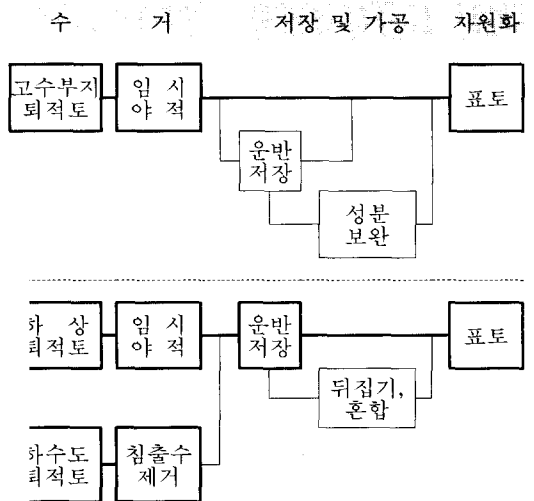


사진 1. 퇴적토 옥상정원 활용 사례

그림 3. 퇴적토의 자원화 체계

우 가장 기본적으로 수행하여야 하는 것은 오염도의 검사이다. 표토 또는 토양개량제 등으로 활용하고자 하는 경우는 최소한 토양환경보전법상의 환경기준을 만족하여야 하는데, 한강 고수부지 퇴적토의 경우 중금속 및 난분해성 유기물 등 유해물질의 함량은 기준치 이내로 표토로 자원화 함에 있어서 유해성 문제는 없었다.

한편 객토의 주 목적은 토성(입경) 개량이지만, 그 외에도 물리적 특성 개량, 화학적 특성 개량 및 보충, 그리고 생물학적 특성 개량 등 다양하다. 현재 우리나라에서 사용되고 있는 우량객토재 및 양호한 객토재의 유기물함량은 2.5%이하이며, 유효인산은 31~48mg/kg, CEC는 10~12cmol/kg이다(표 8 참조). 따라서 퇴적토의 이화학적 성분은 토양개량제로서 조건을 갖추었다고 볼 수 있다. 또한, 토성은 국내 밭토양의 1/4을 차지하는 사양토로서 입경분포도 역시 객토재로서 적합한 토성을 지녔다고 볼 수 있다. 다만, 품질향상을 위하여 무게 비로 충분한 양의 퇴비를 섞어 사용한다면 영양분 및 양이온치환능 등이 보완되어 식물성장에 도움을 줄 것으로 예상된다.

한편, 하상 퇴적토와 하수도 퇴적토는 고수부지 퇴적토와는 달리 오염가능성이 높으며, 폐기물관리법에 의해 폐기물로서 관리되도록 정해진 점을 감안하여 재활용 단계에 있어서도 중간 처리과정이 요구된다. 실제로 하수도 퇴적토의 경우 일부 유해물질을 기준치 이상 함유하는 경우도 있었기 때문에 하수도 퇴적토를 식재지반용 표토로 자원화하기에는 적절치 않은 것으로 판단된다.

4. 서울시 수요예측 및 수요개발

퇴적토 자원화의 성공의 열쇠는 개발된 자원의 활용 즉, 안정적인 수요처 확보이다. 아무리 유효한 이용일지라도 수요처가 없다면 무용지물이다. 따라서 수요 예측 및 수요 개발 방안에 대하여 검토하였다. 현재 퇴비로서 퇴적토의 자원화는 화학비료와의 경합, 수요의 계절변동, 안전성, 위생 문제 등(정남조, 1991) 예상되는

많은 의문을 말끔히 해소할 수 있어야 할 것이다. 특히 유해한 중금속류가 함유되어 있는지의 여부는 매우 중요하다

1) 건물 조경용 소요량

구청장은 식재기준 이외에 필요하다고 인정하는 경우에는 식재 수량, 방법 등 제한조치를 명할 수 있다(건축법 제32조, 영 제27조, 송파구 건축조례 제18조 2항). 이에 따라 서울시의 의무조경면적은 표 14에서 보듯이 건축연면적별로 상이한 기준을 적용하게 되어 있다(건축법시행령 제27조, 조례 제17조, 제18조). 한편 퇴비소요량 산정을 위해서는 일정한 가정이 필요하며, 본 연구에서 취한 가정과 추정량은 표 15에 종합하여 정리하였다. 추정에서 퇴비사용의 기준으로서는 수자원개발공사의 「조경설계기준」의 시비 기준(표 16 참조)을 원용하였으며, 식재되는 수목 규격에 관한 일관된 정보가 없으므로, 이 중 가장 많이 식재될 것으로 추측되는 8cm 이하 근원직경의 수목을 통일적으로 식재하는 것으로 가정하였다.

이 추정에 따르면, 서울시와 송파구의 식재지반용 토양(표토) 소요량은 각각 188,790m³와 20,122m³로 산출되었으며, 서울시와 송파구의 퇴비 소요량은 각각 1,132,740kg과 120,730kg로 산출되었다. 이 중 식재지반용 토양 소요량은 수목 생육에 필요한 최소토심(평균 50cm)을 조정면적 전체에 걸쳐 모두 표토에 해당하는 퇴적토로 충당하는 것을 전제로 산출된 것이다. 그러나, 실제의 식재공사 관행에서는 이와 달리 기존의 토양을 새로 반입된 토양으로 교체하지 않고, 기존 토양을 그대로 사용하는 한편 식재용 구덩이에 한해서 퇴비를 가하고 있다. 따라서 현재의 관행 하에서는 쓰레기 매립지 녹화나, 인공식재지반 조성 등 특별한 경우를 제외하고는 추가적인 식재지반용 토양의 수요가 없는 실정이다. 이에 반해 퇴비 소요량은 현재 시행되고 있는 최소기준을 적용하여 가장 비관적으로 추산된 물량으로서, 실제로는 추정치 이상이 사용될 것으로 판단된다.

표 14. 서울시 의무조경 면적

구분	조경면적 기준	식수 등 식재 기준
건축연면적 2천㎡ 이상	대지면적의 15% 이상 조경	• 교목 : 0.2본/㎡ 이상, 수량의 50% 이상은 수고 2m 이상의 교목 • 관목 : 1본/㎡ 이상
건축연면적 1천㎡ 이상	대지면적의 10% 이상 조경	
건축연면적 1천㎡ 미만	대지면적의 5% 이상 조경	

표 15. 서울시 건축 조경용 토양 및 퇴비 소요량 예측

구분	서울시	송파구	비고
'95건축허가 현황	17,617동 127,587세대 연 18,879천㎡	818동 6,313세대 연 2,012천㎡	
대지면적 (㎡)	7,551,622	804,859	용적률 250%
최소조경 면적(㎡)	377,581	40,243	5% 기준 적용
최소식수 (본)	교목 : 37,758 관목 : 188,790	교목 : 4,024 관목 : 20,122	교목 50%, 관목 50% 기준 적용
토양소요량 (㎡)	188,790	20,122	최소 50cm 기준 적용
퇴비소요량 (kg)	1,132,740	120,730	주당 5kg 기준 적용

표 16. 유기질 비료 시비 기준

근원 직경	유기질 비료(kg)	근원 직경	유기질 비료(kg)	근원 직경	유기질 비료(kg)
5이하	5	18	15	35	35
6	5	20	20	40	40
8	5	22	20	관목류 균식	10kg/㎡
10	10	25	25	관목류 단식	5
12	10	28	25		
15	15	30	30		

(자료 : 한국수자원공사, 1996, 『조경설계기준』, 한국수자원공사, p.293.)

2) 나무심기용 소요량 추정

서울시에서는 매년 공공 녹화사업의 일환으로 나무심기를 실시하고 있는데, 1995년도와 1996년도의 실적과, 이를 근거로 한 식재지반용 소요량 및 퇴비 소요량을 추정한 결과는 표 17과 같다. 여기서 표토 소요량 추정방식은 앞의 건축물 조경용 표토 소요량 산출과 동일하게 식재면적을 기준으로 하였으며, 퇴비 소요량 추정도 건축물 조경용 퇴비 소요량 산출과 동일하게 식재 본 수를 기준으로 하였다. 그 결과를 살펴보면 '95년을 기준으로 할 때 서울시 전체의 나무심기용 표토 소요량은 594,200㎡, 퇴비 소요량은 1,792ton으로, 건축물 조경용의 표토 소요량 188,790㎡와 퇴비 소요량 1,133ton에 비해 표토 소요량은 약 3 배, 퇴비 소요량은 약 1.5배로 더 많은 것으로 추정되었다.

나무심기에 필요한 소요량 추정에 있어서도 표토 소요량은 조경면적 전체에 걸쳐 평균 50cm 두께의 토양을 모두 표토로 충당한다는 가정하에 추산된 것으로서 송파구에서 지난 5년간 객토 실적이 전무했음(표 18 참조)을 감안할 때 현실과 큰 괴리가 있는 추정치이다. 이에 비해 추정된 퇴비 소요량은 실제 송파구에서 지난 5년간 실행된 실적을 통해서도 알 수 있듯이 상당히 현실적인 추정치라고 할 수 있다.

표 17. 서울시 식수 실적 및 퇴비 수요추정

구분	'95				'96			
	면적 (ha)	식재 분수 (천)	표토 소요 ¹⁾ (㎡)	퇴비 소요 ²⁾ (ton)	면적 (ha)	식재 분수 (천)	표토 소요 ¹⁾ (㎡)	퇴비 소요 ²⁾ (ton)
계	119	358	594,200	1,792	187	342	933,400	1,714
장기수	31	61	153,100	307	39	40	197,350	198
유실수	10	13	50,050	66	14	56	68,100	282
대묘	2	6	12,450	30	3	3	15,000	15
환경조림	65	250	325,150	1,254	113	220	566,250	1,098
맹아갱신	-	-	-	-	0	0	1,500	2
가로수 식재	2	2	10,050	10	5	7	25,850	34
무궁화 식재	9	25	43,400	125	12	17	59,350	85

- 1) 면적당 표토 소요량 : 0.5㎡/㎡
- 2) 수목 1주당 퇴비 사용량 : 5kg/본

표 18. 송파구청 공공 녹화사업 및 퇴비사용량 ('92~'96)

구 분	내 역
최근 5년간('92~'96) 식목 및 화훼류 식재 실적	<ul style="list-style-type: none"> • 목본류 : 7,000~8,000 본/년 • 초본류(화훼류 포함) : 50만 본/년
최근 5년간 ('92~'96) 퇴비사용 실적	연간 40,000 kg/년 (약 1,000만원)
본당 퇴비 사용량*	40,000 / 7,500 = 5.3kg
최근 5년간('92~'96) 식재지반 개토 실적	없음

* 일반적으로 초본류 식재시에는 퇴비를 시비하지 않고 있음
(자료 : 송파구 내부 자료)

3) 총 퇴비 소요량 추정

이상의 추정을 종합해보면, 서울시 전체에서 건축물 조경용과 나무심기에 필요한 식재용 토양 즉, 표토 소요량은 782,990m³, 퇴비 소요량은 2,925ton으로 집계된다. 이 중 표토 소요량은 기존의 식재지 토양이 매우 열악하다는 전제하에 조경면적 전체에 걸쳐 식물생육 최소 토심 50cm 전량을 새로운 표토로 조성한다는 가정 하에 산출된 것으로서 현실과 큰 괴리가 있는 반면에 퇴비 소요량은 매우 현실적인 추정치인 것으로 판단된다. 한편 법규와 같은 통일적인 식재지반 조성 기준이 없고, 토양검사에 의한 식재지반의 성능 검증이 의무화되어 있지 않은 현 상황에서는 시공성 측면에서도 퇴비사용이 적절하다고 판단된다. 그러나 토양검사가 의무화된다면 전혀 다른 양상이 전개될 것으로 기대되고, 표토 소요량으로 추정된 상기 수치는 현실적인 추정량으로 의미를 가지게 될 것으로 기대된다. 이와 동일한 맥락에서 훼손지 복원 및 척박지 개량 차원의 수요량이 매우 중요할 것이다.

4) 수요 개발

- 공공사업에 퇴적토 사용의무화
- 퇴적토 사용을 의무화하기 위해서는 무조건

적인 사용의무화보다 공공사업의 식재지반 조성 설계지침을 법제화하고, 그 안에 사전 토양검사를 의무화하여 절차적 합리성을 추구해야 할 것이다. 이 법제화된 식재지반설계 지침에서 토양개량의 내용으로 개토와 퇴비사용을 구분하여 설계토록 하면, 현재의 불합리한 식재관행을 대폭적으로 개선할 수 있을 뿐만 아니라, 식재지반 개선과 표토 보전도 동시에 달성할 수 있을 것이다. 무엇보다도 현재 토목공사와 건축공사 단계에서 표토의 훼손이 관행화되어 있는 상황에서 양호한 식재지반용 토양인 퇴적토 활용의 판로가 자연스럽게 열릴 것으로 예측된다.

- 건축허가 시 조경식재에 사용 권유

건축허가시에도 공공토목사업에서와 마찬가지로 직접적인 퇴적토 사용 의무화는 보다는 식재지반 개선 차원에서 건축허가 심사서류에 토양검사 결과와 그에 따른 토양개량 대책을 포함시키도록 의무화하는 것이 바람직하고, 이는 이미 미국, 독일, 일본 등 선진국에서 시행되고 있는 제도이다(三橋一也, 相川貞晴, 1981; 中村貞一, 1977; DIN, 1973, 1976, 1979; Ernst et al, 1974). 건축허가시 식재지반 조성공사와 관련하여 토양검사의 의무화는 간접적으로 퇴적토 활용 가능성을 높일 뿐만 아니라, 근본적으로 표토를 보전하고, 식재지반의 질을 개선함으로써 현재 국제적인 관심사로 부각된 생물부양능을 증대시켜, 환경보호에 크게 기여할 수 있는 파급효과가 큰 제도이다. 이 제도는 토양개량제로서 상당한 잠재력이 있는 퇴적토 활용을 활성화하는 충분한 계기가 될 것이다. 한편, 토양검사 의무화의 문제점으로 토지개발자의 토양검사 비용부담의 문제가 제기될 수도 있을 것이나, 이는 외국의 선례를 볼 때 전혀 문제가 되지 않을 것이다. 왜냐하면, 토양검사가 사회적으로 의무화되면, 자연적으로 토양검사 기술인력의 확충, 토양검사 기관의 자생을 통해 외국에서처럼 소액(40~50만원 이하)의 비용으로 소정의 토양검사가 이루어질 수 있을 것이기 때문이다.

IV. 결 론

홍수시에는 상당한 양의 퇴적토가 한강 본류와 주요 지천의 고수부지, 저수로, 하천시설 등에 쌓이고 있는데, 이는 상류 유역의 비옥한 토양의 침식물로서 일반 토양에 비해 영양분이 풍부하고 유기물 함량이 높은 특성이 있어, 일부 미흡한 특성을 보완할 경우 자원성이 높은 식재지반용 토양으로 활용이 가능할 것으로 추정되었다. 이에 본 연구는 현재 폐기물로 간주되어 수거 후 매립되거나 방치되고 있는 퇴적토 중 주로 홍수시 하천 고수부지에 쌓이는 퇴적토의 자원성을 확인하고, 자원화 방안을 모색하는데 목적을 두고 수행되었다.

본 연구에서는 퇴적토의 발생 현황 및 특성을 파악하고, 식재용 토양으로서의 활용가능성을 평가하였으며, 식재토양의 수요를 추정하였다. 이러한 연구과정을 통하여 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

퇴적토 발생량은 강우량에 따라 크게 차이가 있는데, 주요 관심 대상인 한강 고수부지에 퇴적되는 토사는 홍수가 심했던 1995년의 경우 부피로 257,000m³가 쌓인 것으로 추정되며, 이 중 40%만이 수거되었다. 한편 송파구 관내에서는 '97년도에 탄천 고수부지에서 8,000m³. 성내천 준설에서 20,441m³, 하수도 퇴적토에서 6,907m³가 발생하였다. 수거된 퇴적토 중 한강 및 탄천 고수부지 퇴적토는 전량 복토재로 활용되거나 한강 하류 고수부지에 야적되어 있는 상태이고, 성내천 하상 퇴적토는 일부를 제외한 대부분이 폐기물로 유료 매립되었으며, 하수도 퇴적토의 경우 전량 유료로 매립되었다.

한강 고수부지 퇴적토, 성내천 하상 퇴적토, 하수도 퇴적토에 대해서 식재토양 가치, 오염 특성 등을 분석한 결과를 요약하면, 먼저 한강 고수부지 퇴적토와 성내천 퇴적토의 특성은 pH가 5.1~5.3으로 국내 경작지 토양 범위 5.5~6.9보다 다소 낮은 것을 제외하면, 토성(사양토 혹은 양토), 유기물 함량(2.5~5.5%), 유효인산(22~98mg/kg), 치환성양이온(K : 0.5~1.1, Ca : 0.9~9.6, Mg : 0.1~0.7, Na : 0.7~3.1cmol/kg),

양이온치환용량(3.1~24.3cmol/kg) 등의 항목에서 모두 우량 객토체로서 손색이 없었다. 이와 병행하여 실시된 팬지 및 금잔화의 발아 및 생장실험 결과에 의해서도 지극히 우량한 발 토양과 산 토양에 비해서 발아율과 생장물이 약간 떨어지지만 양호한 것으로 밝혀졌다.

한강 고수부지 퇴적토 뿐만 아니라 하상 퇴적토 및 하수도 퇴적토에 대해서 토양유해성을 파악하기 위해서 실시된 폐기물공정시험법에 의한 측정결과에 의하면, 모든 항목이 기준치 이내로서 유해성은 없는 것으로 판명되었다. 한편 토양오염도를 파악하기 위해서 실시된 토양오염공정시험법에 의한 측정 결과에 의하면, 한강 고수부지 퇴적토 및 하상 퇴적토는 유류를 제외한 전 항목이 정상치였으며, 다만 유류가 대부분의 시료에서 미량 검출됨으로써 농경지 우려기준(불검출)을 초과한 것으로 나타났다. 그러나 미량의 유류가 식물의 발아 및 생장에 미치는 영향은 거의 없거나 오히려 유리할 수도 있다는 선행 연구를 감안할 때 문제가 없다고 판단되었다.

이 가운데 한강 고수부지 퇴적토는 오염가능성이 거의 없으므로 육안선별을 거쳐 현장에서 최대한 자원화하는 것이 가능할 것으로 판단되었다. 한편 하상 퇴적토 및 하수도 퇴적토는 오염가능성이 높으므로 자원화할 경우에는 사전에 반드시 토양오염 검사와 적정처리를 거친 후 분리수거, 분리저장을 하고, 야적장에 장기간 야적, 뒤집기, 혼합 등의 과정을 거쳐야 할 것으로 판단되었다.

퇴적토를 식재지반으로 사용하기 위해서는 중금속 등 유해물질의 함유량이 기준치 이내이어야 하며, 영양염류 함량, 양이온치환능, 유기물 함량이 식물 생육에 적절한 수준이어야 하는데, 한강 고수부지 퇴적토의 대부분과 하상 퇴적토 일부가 토양개량제 혹은 식재지반으로 활용될 수 있을 것으로 분석되었다.

퇴적토 재활용 사업의 타당성을 검토하기 위해 실시한 용도별 수요예측 결과에 의하면, 식재지반용 토양의 수요는 현재의 여건에서는 거의 없으나 자원화 우선 순위가 높은 식재지반

토양 수요개발을 위해 식재지반 설계시 토양검사 및 토양보완 의무화, 공공 녹화사업에서 식재지반으로서 퇴적토 시범 활용 등의 사업추진이 필요한 것으로 판단되었다.

참 고 문 헌

- 권혁재. 1991. 自然地理學. 법문사.
- 서울특별시한강관리사업소. 1997. 한강수로조사 용역보고서.
- 김규식. 1996. 중금속 토양오염 복원을 위한 식물기술이용. 한국토양환경학회 부산·경남지부 결성 및 토양환경세미나 자료집.
- 임선옥·이춘령. 1972. 土壤肥料. 서울대출판부. pp.75-77.
- 임선옥, 1997, 『식물영양학·비료학』
- 정남조. 1991. 도시 폐기물-현대 쓰레기 문제-. 동화기술.
- 조성진 외. 1985. 신고 토양학. 향문사. pp.303-309.
- 한국수자원공사. 1996. 조경설계기준. 한국수자원공사.
- 三橋一也, 相川貞晴. 1981. 造園技術必携2. 東京: 鹿島出版會. p.65.
- 中村貞一. 1977. 綠地造成園の工法. 東京: 鹿島出版會.
- Department of The Army Office of the Chief of Engineers, Corps of Engineers. Code No. CEGS-02050, 02201, 02210, 02232, 02233, 02485 02490.
- Department of The Navy. 1979. Civil Engineering-Soil Conservation. D. M.
- DIN. 1973. Bodenarbeiten, DIN 18915.
- DIN. 1976. Landschaftsbauarbeiten, DIN 18320.
- DIN. 1979. Erdarbeiten, DIN 18300.
- Ernst et al. 1974. Bundesbaugesetz (Kommental). Berlin : C. H. Beck. § 39, § 156.
- LaGrega, Michael D., P.L. Buckingham J.C. Evans. 1994. Hazardous Waste Management.

接受 2000年 11月 15日