

하반 식생의 입지 적정성 분석¹

-미지형과 토양환경을 중심으로-

안홍규²

Analysis of Riparian Vegetation for the Location Character¹

- Focus on Relationship between Microtopographical
Feature and Soil Character -

Hong-Kyu Ahn²

요 약

본 연구는 하반식생이 일정 지역에 정착할 때 밀접하게 관여하는 토양환경에 주목하였으며, 특히 하반 미지형이라는 특수 지역에서 생각할 수 있는 미지형 형성의 토양구조와 하반 미지형이 식물에 미치는 토양수분, 그리고 식생과의 관계에 대하여 검토하였다. 그 결과 각 미지형마다 그 퇴적상태가 다르며 이에 따라 하반식생도 달리 나타났다. 또한 모든 조사구에서 모래층 밑에는 반드시 자갈층의 단계를 반복하고 있는데 이는 반복된 과거의 홍수에 의한 것으로 판단된다. 따라서 미지형을 고려한 식생을 도입하여야 하며, 토양수분과 지하수위와 식생과의 관계는 하천마다 다르므로 현지 지형에 맞는 식생 도입이 요구된다. 앞으로 보다 지속적·장기적 현장조사와, 하천 수문·수리학적 data의 축적에 따른 하반식생과 입지환경요인과의 관련성에 관한 연구의 축적이 필요하며, 이에 기초한 식생호안공법의 개발이 향후의 과제라 할 수 있다.

주요어 : 하반역, 토양함수

ABSTRACT

This study investigated the conditions closely related to the establishment of vegetation in the riparian zone: the soil condition, an important factor along with climate and light. Especially, the soil structure of the microtopographical formations in the specific area known as the riparian microtopographical zone was investigated. In addition, the effect of the riparian microtopographical features, and vegetation was studied. The results of this study are as follows. Riparian vegetation differ according to the soil accumulation conditions of each microtopographical feature. At all sample sites, below the sand layer, a gravel layer is always present. This is the result of past floods. And vegetation should be introduced considering the microtopography and underground water level. The relationship among soil moisture content, underground water level, and vegetation is different for each river and region. As a result,

1 접수 5월 31일 Received on May 31, 2001

2 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 Korea Institute of Construction Technology, Water Resources & Environmental Engineering, 2311, Taehwa-dong, Ilsan-gu, Koyang, Kyonggi-do, 411-712, Korea(ahnhk@kict.re.kr)

vegetation should be selected based on these factors at a particular location. Continual and long term studies on riparian vegetation establishment based on river hydrological and hydraulic data is needed. This can be considered the future direction in the foundation of natural vegetation (or close-to-nature) improvement method.

KEY WORDS : RIPARIAN ZONE, SOIL MOISTURE CONTENT

서론

하천공간은 堆水나 홍수와 같은 교란에 의해서 미지형과 식물군락이 파괴되고 재차 형성되는 등 상호영향을 미치는 공간이라고 말할 수 있다. 따라서 하천공간에서는 대상지의 미지형, 식생군락의 구성, 식생의 생활기반인 지형적 입지특성을 파악하는 것은 매우 중요하다. 이에 본 연구는 토양환경과 지형적 변화와 같은 식물을 둘러싼 입지조건에 대하여 검토하고자 하였다.

하천의 지형적 특징을 지형학분야에서 Leopold *et al.*(1964)과 Kilpatrick & Barnes(1964)는 총적하도 부근의 terrace를 bench라고 부르고 bench의 수면으로부터의 높이와 관수빈도에 따라 고수부의 범위를 검토하였다. 또한 Woodyer *et al.*(1979)은 하천조사에서 bench에는 point bench, concave bench, 그리고 직선하도에 있어서 하반식생과 함께 형성되는 Ti-tree bench로 구분하였다. 이러한 미지형들은 모두가 진흙으로 섞여 있고 浮遊砂(부유사) 관측에 의해 채취된 재료분석에서 상당한 크기의 재료가 bench의 상단부에 퇴적되어 있는 것을 지적하고 있다. 또한 형성된 하반 미지형은 각각의 하천에서 wash load¹⁾로 불리는 세립토사로 되어 있는 것이 지적되고 있다.

미지형의 변화는 유로주에서 빈번히 발생하며 커다란 교란이 발생하면 고수부의 범람원까지 그 영향을 미친다. 하반식생은 그 성질에 따라 범람이 빈번히 발생하는 지역에 침입하는 종도 있고 안정지대에 침입하는 종도 있다. 따라서 하반식생을 patch(집중반)로 세분하면 각각의 patch는 하반 미지형을 형성하는 하천 형성과정의 반영이므로 patch를 성립시키고 있는 하천의 과정을 명확히 할 필요가 있다.

하반역에서의 미지형 형성과정과 식생과의 관계에 관한 연구는 다양한 분야에서 거론되어 왔다. 우선, 지형학적 견지에서 홍수와 같이 교란을 빈번히 받는 하반역에서의 단구 형성에 관한 연구(Leopold *et al.*, 1964; Kilpatrick & Barnes 1964; Woodyer *et*

al., 1979)와, 중수시 고수부의 형성과정과 홍수시 부유사 퇴적에 의한 식생역의 확대과정에 관한 연구(藤田光一 等, 1996; 辻本哲郎·北村忠紀, 1996)가 있으며 특히, 하천공간에 생육하는 식물에 있어서 환경조건의 종합적인 지표로서 미지형을 이용하여 식물군락과 복수의 환경조건의 대응관계에 관한 연구(倉本宣, 1984; Colonnello, 1990; Hupp & Simon, 1991; 加藤和弘 等, 1993; 井出久登 等, 1998)가 있다.

또한, 하반식생 군락과 하도특성 그리고 하반립의 입분구조의 관계에 대한 연구(辻本哲郎, 1993; 有賀誠 等, 1996; 李參熙 等, 1996)가 있으며, 하반식생의 시공간적 분포와 하천의 상호작용에 관한 연구(中村太士, 1995), 토목학적 견지에서 지형변화와 식생의 변화에 관한 연구(William & Wolman, 1984)와 댐에 의한 홍수유량감소에 따른 식생변화의 예측에 관한 연구(Elliott & Parker, 1997)가 있다.

우리 나라에서는 이러한 하반식생과 환경조건의 대응관계에 관한 연구(安洪奎, 1999; 전승훈 등, 1999; 정경진, 1999)와 하천복원을 위한 호안공법의 적용과 식생복원에 관한 연구(최정권, 1999)가 있다.

이렇듯, 1990년대 중반에 들어와서야 비로소 하천의 환경 및 생태계 측면에 대한 활발한 연구와 하천이 가진 기능적 측면을 강조하고, 식생이 하천에 미치는 수리학적 영향을 검토하여 자연형 하천공법이 적용되기 시작하였다.

그러나 현재 우리나라의 자연형 하천공법은 다양하게 적용되지 못한 획일적 적용으로, 적지적소에 어울리는 식물이 변화가 많은 하반역에 올바르게 적용되었다고는 볼 수 없다. 이것은 식물마다에 미치는 입지적 환경이 충분히 고려되지 않은 상태에서 공법이 적용되기 때문에 도입 식생의 고사나 장래 식생천이의 예측 곤란 등의 문제로 이어지게 되는 것이다.

이에 본 연구에서는 하반식생이 어떤 지역에 정착할 때 밀접하게 관여하는 하반 미지형 형성과 토양구조, 그리고 하천 교란에 의해 변화하는 식생과의 관

계에 대하여 검토하였으며, 이러한 기초적 연구를 통하여 입지적 조건과 식물 상호간의 관계를 밝혀 입지 여건에 맞는 다양한 자연형 하천공법 개발이 가능하리라 생각된다.

재료 및 연구방법

1. 연구 대상지 선정

본 연구의 대상지역으로 Figure 1과 같이 한강 상류역인 경기도 양평군의 수입천²⁾을 선정하였으며, 植分³⁾에 의해 24개의 조사구를 선정하였다. 하반 식생 조사에 의해 그 유역에 다수 출현하는 우점종을 파악하였다.

2. 하반 미지형 구분

하반역의 미지형 구분은 모든 조사구에서 레벨측량 자료를 기초로 하여 Figure 2와 같이 구분하였다. 특히, Kilpatrick & Barnes(1964), 倉本(1984)와 蔭澤(1995)가 제시한 방법에 의해 유로에 인접한 사면을 유로안(流路岸)(channel shelf), 유로안보다 완경사로 높이가 낮은 토지를 유로주(流路州)(channel bar), 높은 곳을 범람원(flood-plain)으로 구분하였다. 범람원의 경우 침식 흔적, 기복의 차이, 하반식생의 분포특성에 따라 범람원 요지(凹地)(low flood plain), 범람원 철지(凸地)(ridge floodplain), 범람원 평단지(flat flood-

plain)로 세분하였다. 또한 하도에서는 하도 내에 존재하는 중주(中州)(mid-channel bar), 현재는 물이 흐르고 있지 않으나 범람이 일어나면 생기는 하도를 구하도(河道)(abandoned channel)로, 복단면을 가진 곳에서는 단구와 단구가 접한 사면을 단구사면(terrace slope)으로 구분하였다. 더불어 본 연구 대상지가 산지형 하천이기에 단구와 접지 사면간의 침식지를 경계 凹地(low bound), 자연 하도에서 단구가 끝나 산지사면과 접한 곳을 접지사면(toeslope)으로 필자가 각 구간을 구분하고 명명하였다. 미지형은 이렇게 상기 서술한 10개의 형태로 구분하였다.

3. 수면으로부터의 높이 · 퇴적두께와 식생분포

하반식생은 하반역의 기질조건, 즉 유로에서부터의 높이, 교란에 따른 퇴적두께의 정도에 따라 변화한다. 따라서 미지형별 식생분포를 파악한 후 유로로부터의 높이와 그 퇴적 두께를 파악하였다.

4. 퇴적두께 · 토양입경 분석

횡단측선의 지형과 각 식물군락마다의 퇴적구조를 파악하기 위해 퇴적두께 조사지점과 동일한 장소를 최대 깊이 1m로 파내어 토양퇴적 구조를 파악하였다. 퇴적두께는 검토장(檢土杖)을 이용할 때에 최하부의 토양층으로 판단되는 암반까지의 토양의 두께로 정의하였다.

퇴적두께 조사는 미지형의 형태와 식생변화가 있

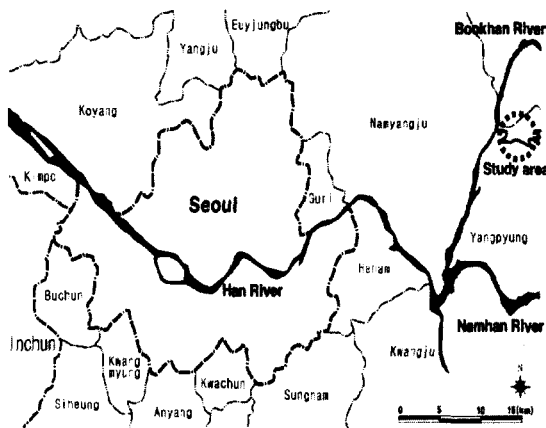


Figure 1. The study area Sooyip river, Kyunggi-do, Yangpyung-goon

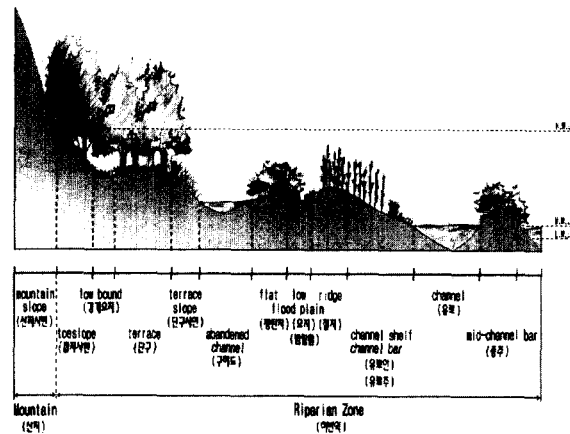


Figure 2. Cross sectional distribution of microtopographical feature

는 곳(조사구 NO.19로 Figure 6의 A~F 지점)에 P.V.C 파이프에 1cm 단위의 눈금을 표시하여 지하 1m, 지상 1m 높이로 설치하여 홍수 후 그 퇴적량을 조사하였는데 이 조사는 1997년도부터 2000년도까지 실시하였다.

토양입경 분석은 퇴적구조에 따라 각층의 토양을 1,000cm³씩 채취하여, 40℃ 24시간의 조건에서 온풍건조기를 이용하여 처리하였다. 풍건 처리한 토양을 2mm 체 거름을 하였고, 토양국제분류법에 따라 토양입경을 조사(loamy sand): 2.0~0.2mm, 세사(silt clay): 0.2~0.02mm, 미사(silt): 0.02~0.002mm, 점토(clay): < 0.002mm로 구분하였다. 그러나 하천 교란에 의해 형성되는 토양 환경에 따라 하반식물들은 변화하므로 이러한 특수한 상황 속에서 일어나는 퇴적 현상을 파악하기 위해 모래층을 미사·세사·조사로, 자갈층은 직경 2mm이상의 자갈을 그 크기에 따라 직경 0.2~5cm, 직경 5~10cm, 직경 10~30cm로 다시 세분하였다.

5. 토양 함수율 분석

토양 함수율을 파악하기 위해 시료채취는 강우의 영향을 받지 않은 상태의 토양을 채취하기 위하여 1주일 간 비가 오지 않은 상태의 토양을 기준으로 하여 채취하였으며 본 시료는 2000년 9월 14일에 채취하였다.

토양을 100cm³의 동계관 시료(core sample)를 이용하여 심도 10cm에서 시료를 채취하였으며 채취한 시료를 밀폐하여 실험실 내에서 중량을 측정, 105℃ 24시간의 조건에서 노건 처리하였다. 계측치의 차이에서 수분량 및 고정물량을 산출하고 각각의 조사지점에 있어서 함수율을 구하였다. 이때 진비중은 모든 측정치를 평균하여 2.50으로 하였다.

6. 경년변화에 따른 미지형 변화와 식생변화 분석

하천의 불안정한 입지에 자리잡은 식생은 홍수, 미지형의 변화, 토양수분의 증감과 같은 외부적 교란에 의해 항상 변화하고 새로운 종으로 변모해 가므로 본 연구에서는 특정 조사구를 설정하여 1997년 홍수 전, 1998년 홍수 후 그리고 2000년도 홍수 전에 그곳에서의 미지형 변화와 그에 따른 식생변화를 지속적으로 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 하반 미지형과 식생분포

하반 미지형은 지속된 하천의 교란에 의해 형성되며 이러한 미지형에 식물들이 정착하게 된다. 본 연구 결과에서 Leopold(1964)와 Kilpatrick & Barnes(1964)가 제시하였던 단구형상의 미지형이 확인되었고, Figure 7에서 보는 바와 같이 하반식생은 하천을 따라 가늘고 긴 대상(帶狀)분포 구조를 가지고 나타난다는 倉本(1984)의 결과와 일치하는 결과를 보였다. 따라서 이 결과에서 하반 미지형이 변화함에 따라 그 식생형태도 달리 나타나고 있었다. 또한 이러한 식생의 다름, 즉 목본류와 초본류의 구분에서와 같이 미지형의 형성시기가 다름을 알 수 있었으며 목본류가 존재하는 곳의 퇴적구조가 더 오래 전에 형성되었음을 알 수 있었다.

2. 수면으로부터의 높이·퇴적층 두께와 식생분포

하반 미지형의 수면으로부터의 높이는 Dunham(1989)에 의하면, 홍수에 의한 교란의 발생빈도와 관수 지속시간 등을 간접적으로 지표하는 환경요인이라 보고하였다. 본 연구에서는 유로부터 직각방향으로 떨어진 지점에서 조사된 표층 토양입경과 함수율은 Figure 3에서와 같이 나타나 Colonello(1990)와 Hupp & Simon(1991)이 제시하였던 유로 주변의 토양입경이 유로에서 떨어진 퇴적면 보다 더 크다는 것을 입증하였으며, 반면 함수율과의 관계에서는 유로에서 떨어진 곳에 따라 퇴적물의 평균 입경은 작아지나 토양수분 함수율은 증가한다는 결과를 얻었다.

또한 수면으로부터의 높이, 퇴적층과 식생분포와의 관계에 대해서는 Hupp & Simon(1991)과 加藤(1993), 井出(1998)의 결과처럼 Figure 4에서 보는 바와 같이 유로 가까이의 퇴적면에서는 수목 종수가 적고 초본류가 우점하는 데 반하여 유로에서 떨어진 높은 퇴적면에서는 수고가 높은 수목이 분포하고 있다는 동일한 결과를 얻었으나, 그 퇴적두께, 수종 및 분포역은 다소 차이가 있었다. 특히 본 연구 대상지의 경우, 유로에서 떨어진 곳에 따라 갯버들-버드나무-신나무, 오리나무-물푸레나무, 느티나무 군락처럼 형성 연도가 오래된 군락이 성립하고 있다는 것을 알 수 있었다.

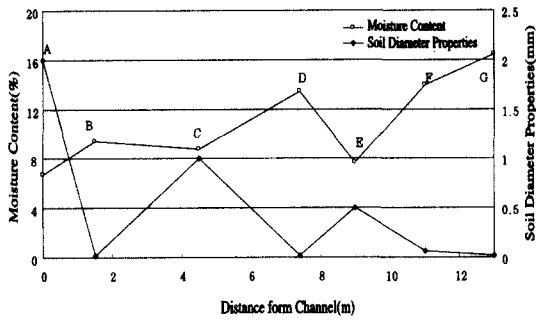
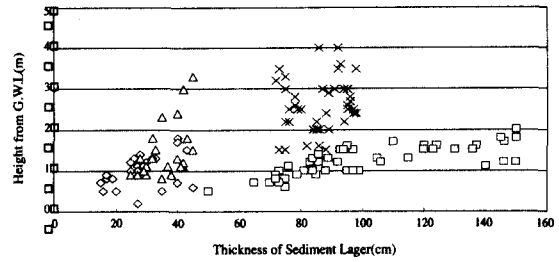


Figure 3. Relationship between soil diameter properties and soil moisture content in Sooyip river riparian zone(A~F: determination plot in Figure 6)



Legend : □ : *Salix gracilistula* ◇ : *Phragmites japonica*
 △ : *Miscanthus sacchariflorus* × : *Salix koreensis*

Figure 4. Relationship between vegetation and height from ground water level to terrace & sediment layer thickness in survey area, Sooyip river

3. 토양환경 분석

하반역에 있어서의 미지형별 퇴적구조 분석은 Figure 5와 같이 모래층 밑에는 반드시 자갈층이 나타나 표층세립토층→자갈층→모래층→자갈층의 단계를 반복하고 있는 것을 알 수 있는데 이는 반복된 과거의 홍수에 의한 것으로 판단되며 그 입경의 차이에 따라 당시의 교란의 정도를 파악할 수 있었다. 이러한 결과는 李參熙 等(1996)의 연구 결과에서와

같이 반복된 토양층을 보여 주고 있으나 다소 퇴적층 두께에서 차이를 보이고 있다.

또한 토사 퇴적층 분석은 Figure 6과 같이 나타났는데 각 조사지점별 다소 차이는 있으나 F 지점의 경우 1997년 최초 조사시 수변으로부터의 높이가 1.6m이었으나 1998년 홍수로 인하여 약 60cm가 침식되었고 2000년도의 조사에서는 약 30cm가 퇴적되는 큰 변동을 보였다. 이에 따라 초기에 달뿌리 풀 군락이 우점하던 것이 1998년도 홍수로 나지화되

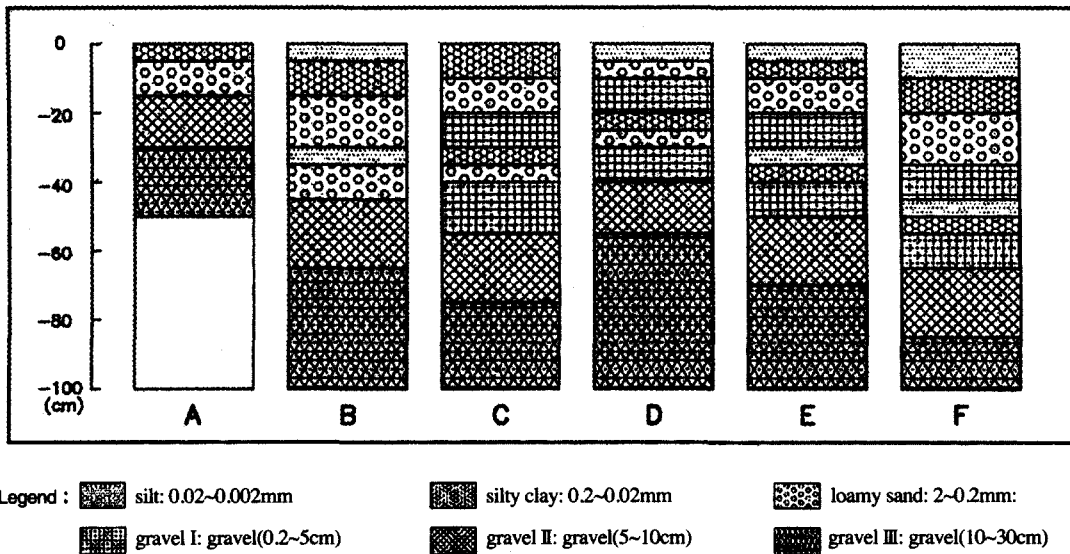


Figure 5. Construction of sediment in Sooyip river riparian zone(A~F: determination plot line from A to A' in Figure 6)

Table 1. Soil moisture content in Sooyip river riparian zone

Survey Plot	Microtopographical Feature	Dominant Species	Moisture Content (%)	Mass of Dry Soil (g)	Dry Density (g/cm ³)	Rate of Three Phase(%)		
						Gas	Liquid	Solid
Point A	channel bar	<i>Phragmites japonica</i>	6.75	117.04	1.0982	37.44	15.74	46.82
Point B	channel shelf	<i>Salix gracilistyla</i>	9.42	142.66	1.3266	30.44	12.50	57.06
Point C	low floodplain	<i>Persicaria hydropiper</i>	8.78	134.48	1.1704	34.40	11.81	53.79
Point D	ridge floodplain	<i>Salix gracilistyla</i>	13.45	149.53	1.3448	38.75	11.43	59.82
Point E	abandoned channel	<i>Phragmites japonica</i>	7.63	127.58	1.1555	36.98	11.99	51.03
Point F	terrace slope	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	13.92	115.55	1.3945	37.69	16.09	46.22

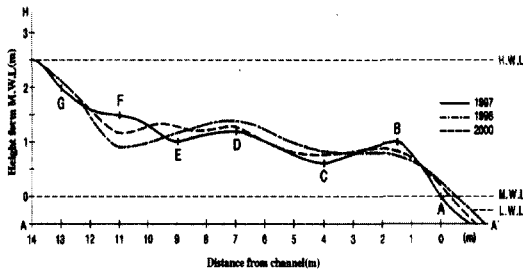


Figure 6. Microtopographical feature changed from 1997 to 2000 in Sooyip river riparian zone(A~F: determination plot line from A to A' in Figure 6, H.W.L: high water level, M.W.L: middle water level, L.W.L: low water level)

었고 2000년도의 조사에서는 달뿌리풀과 갯버들 실생군락이 선구종으로 침입하였다. 따라서 향후 큰 교란이 없다면 갯버들 군락이 우점하리라 예측되며, 수변에서 가까운 불안정한 입지에서는 달뿌리풀과 같은 선구성 초본이 우점하나 전체적인 종다양성은 낮았다. 본 결과에서 William & Wolman(1984)과 Elliott & Parker(1997)의 교란을 받은 후 일정정도 기간 식생은 안정상태를 유지한다는 것이 우리의 현상과는 맞지 않으며 오히려 교란 빈도와 강도, 교란형태에 따른 입지환경의 변화가 식생 안정에 영향을 준다는 결과를 얻었다.

토양 함수율은 Table 1과 같이 토양입경이 미세한 곳에서의 토양 함수율이 높았으며, 달뿌리풀이 우점하는 곳에서의 토양 함수율은 낮은 측정 결과치를 나타내었다. 이러한 결과에서 각각의 미지형에 따른 토양퇴적상태가 다르고 이에 따라 토양 내 포함하고 있는 수분량이 다름을 명확히 한 결과로 볼 수 있다.

4. 경년변화에 따른 미지형과 식생변화

辻本哲郎·北村忠紀(1996)는 하도 내에 위치하는 하반역은 항상 증수와 홍수처럼 유수의 영향을 빈번히 받는 불안정한 상태의 장소로 산림에서와 같은 극상은 존재하지 않는다고 하였다. 본 연구의 Figure 7에서도 보는 바와 같이 1997년도부터 2000년도 홍수 후까지의 4년 간에 걸친 식생변화를 보면 좌안의 경우, 1997년도 홍수 전에 조사되었던 여뀌 군락이 완전히 사라지게 되고, 그 곳에 물억새와 갯버들 실생 군락이 자리하였다. 이는 여뀌 군락이 위치하였던 곳에 퇴적작용으로 인하여 미지형이 높아졌으며 이러한 안정한 입지조건을 선호하는 식물이 입지하였

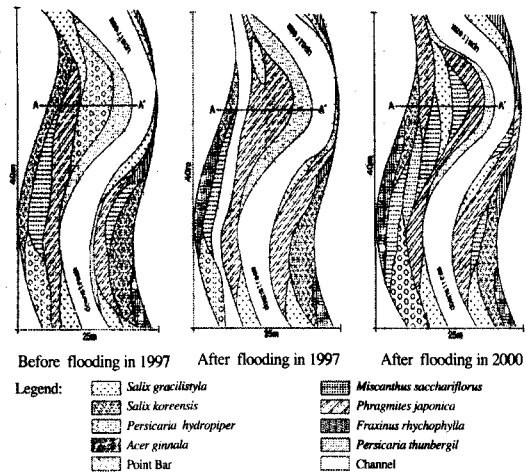


Figure 7. Vegetation changed from 1997 to 2000 in survey area NO. 19, Sooyip river riparian zone

다는 것을 알 수 있다. 또한 1998년도 홍수 교란에 의해 구하도가 조성되었던 곳이 그간 수차례의 교란에 의해 퇴적층이 형성되는 등 미지형 변화에 의해 2000년도 조사에서는 고마리 군락이 확인되었다. 우안의 경우, 갯벌들 군락의 규모가 다소 축소되었으며 그 곳에 달뿌리풀 군락이 입지한 것을 알 수 있었다.

본 연구는 하천이라는 항상 교란을 받는 지역에서 생각될 수 있는 미지형 형성의 토양구조와 하반 미지형, 그리고 식생과의 관계에 대하여 검토한 것이었다. 그러나 대상 지역의 선정이 일부에 지나지 않았고, 또 약 4년 간이라는 짧은 기간 동안의 자료로 인하여 경년변화에 따른 검토가 다소 미비하였다. 하지만 하반식생의 생태적인 환경특성을 적절히 파악하여 자연적 하천공법에 적용하고자 하는 기초연구라는 측면에서 의의를 가질 수 있다. 앞으로 보다 지속적·장기적 추적조사와, 하천 수문·수리학적 자료의 축적에 따른 하반식생과 입지환경요인과의 관련성에 관한 연구의 축적이 필요하며, 이에 기초한 하반 전역에 걸친 식생호안공법의 개발이 향후의 과제라 할 수 있다.

- 1) wash load는 하상재료보다도 훨씬 미세한 입자로 항상 부유 상태를 가진 채 토사 생산역에서 직접 하천으로 공급되며, 그 유송량이 하도의 국소적인 수리량(소류력(掃流力) 등)에 의해 결정되는 것이 아니라 주로 유량과 관계된다(藤田, 1996). 또한 wash load 퇴적물은 점착성을 가지며 하반식생의 번성과 관계하여 퇴적물의 침식력을 높이게 되는데 이것이 지형변화에 중요한 역할을 한다. 또한 wash load의 농도는 하반 미지형의 성장속도에 커다란 영향을 미친다는 것과 식생의 수몰과 관계없이 식생이 wash load를 퇴적시키는 효과가 있다는 것이 보고되어 있다(辻本, 1996). 이렇듯 식생이 없으면 퇴적하지 않는 wash load가 식생의 감세(減勢) 효과에 의해 식생 번성 영역에 모여 하반 미지형 형성의 초기 과정이 일어나게 된다.
- 2) 전유역 면적은 78.28km², 유로연장 30.6km, 평균 하상구배는 1/170~1/20이며 하도 곡률도는 약 1.15. 하도 형상계수는 100~200 정도임.
- 3) 입지조건과 相觀이 시각적으로 균질하다고 판단되는 장소를 선정하는 것을 의미한다.

인용문헌

- 전승훈, 현진이, 최정권(1999) 하천 미지형 및 하상저질에 따른 갯벌들과 달뿌리풀 군락의 분포특성에 관한 연구, 한국조경학회지 74: 58-68.
- 정경진(1999) 한강지류에서 하천변의 식생분포와 지형·토양·수문 특성과의 관계, 성균관대학교 대학원 박사학위 논문, 116쪽.
- 최정권(1999) 도시하천에서 자연형 저수로 호안공법의 적용과 식생복원 모니터링 - 서울시 양재천의 학여울 구간을 사례지역으로 -, 환경생태학회지11(2): 1-13.
- 加藤和弘, 石川幹子, 篠澤健太(1993) 小貝川河邊植物群落の帶狀分布と河川横断面地形との關係, 造園雜誌 56(5): 355-360.
- 藤田光一, John A. Moody, 宇田高明, 藤井政人(1996) ウォッシュロードの堆積による高水敷の形成と川幅縮小, 土木學會論文集 No. 551/II-37: 47-62.
- 辻本哲郎(1993) 手取川扇狀地區間の川原の植物群落と河道特性, 金澤大學日本海域研究所報告 第25號: 83-99.
- 辻本哲郎, 北村忠紀(1996) 植生周邊での洪水時の浮遊砂堆積と植生域の擴大過程, 水工學論文集 第40卷: 1003-1008.
- 安洪奎(1999) 中小河川における河畔植生の自然度及び立地活性度分析に關する研究, 日本筑波大學校大學院博士學位論文, 132pp.
- 有賀誠, 中村太士, 菊池俊一, 矢島崇(1996) 十勝川上流域における河畔林の林分構造及び立地環境, 日本林學會誌 78(4): 354-362.
- 李參熙, 山本晃一, 島谷幸廣(1996) 多摩川扇狀地河道部の河道内植生分布の變化とその變化要因との關係性, 土木學會環境研究論文集 Vol. 24: 26-33.
- 井出久登, 武内和彦, 加藤和弘, 篠澤健太(1998) 生態的特性に配慮した河川空間の設計・計劃のための支援システムの開發, 河川美化・緑花調査研究論文集 第6集: 53-96.
- 篠澤健太(1995) 沖積河川の水邊生態環境とその整備に關する研究, 東京大農生命科學研究科 博士學位論文.
- 篠澤健太(1997) 綠地環境科學-河川空間の生態的環境デザイン-, 朝倉書店, pp. 199-208.
- 中村太士(1995) 河畔域における森林と河川の相互作用, 日本生態學會誌 Vol. 45: 295-300.
- 倉本宣(1984) 多摩川河邊植物群落の帶狀分布と河川横断面地形との關係, 造園雜誌 47(5): 257-262.
- Colonnello, G.(1990) A Venezuelan floodplain study on the Orinoco River, Forest Ecology & Management 33(34): 103-124.
- Dunham, K. M.(1989) Vegetation environment relations of a Middle Zambezi floodplain, Vegetation Vol. 82: 13-24.

- Elliott, J. G. and R. S. Parker(1997) Altered stream-flow and sediment entrainment in the Gunnison Gorge, *Journal of the American Water Resources Association* 33(5): 1041-1054.
- Hupp, C. R. and A. Simon(1991) Bank accretion and the development of vegetated depositional surfaces along modified alluvial channels, *Geomorphology* No. 4: 111-124.
- Kilpatrick, F. and Jr. H. H. Barnes(1964) Channel geometry of Piedmont Streams as related to frequency of floods, *USGS Progressional Paper* 422: 1-10.
- Leopold, L. B., M. G. Wolman and J. P. Miller(1964) *Fluvial processes in geomorphology*, W. H. Freeman and Company: 465-468.
- William, G. P. and M. G. Wolman(1984) Downstream effect of dams on alluvial revers, *USGS Professional Paper* 1286: 31-56.
- Woodyer, K. D., G. Taylor and K. A. W. Crook(1979) Depositional processes along a very low-gradient, suspended-load stream: the Barwon River, New South Wales, *Sedimentary Geology* Vol. 22: 97-120.