

## 계상퇴적지내의 식생침입이 유로변동에 미치는 영향

麻鎬燮<sup>1)</sup> · 李憲浩<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>경상대학교 산림과학부 · <sup>2)</sup>영남대학교 산림자원학과

## Influences of Vegetation Invasion on Channel Changes in the Deposition Area of Torrential Stream

Ho-Seop Ma<sup>1)</sup> and Heon-Ho Lee<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Faculty of Forest Science, Gyeongsang National University  
<sup>2)</sup>Dept. of Forest Resources, Yeungnam University

### ABSTRACT

The purpose of this study is to evaluate the channel changes according to the temporal and spatial distribution of the deposition area by the vegetation invasion in Kyesung-river. The deposition area mainly occurred by landslide and debris flow from the headwater channel. And also the movement of subsequent downstream depends upon the site of deposits by a variety erosional processes.

As the age of deposition area is older, it had a tendency to stable by plant invasion relatively. The vegetations grown in deposition area were very effective to estimate a historical deformation process of river-bed occurred by landslide. The vegetations around deposition area consisted of the same as tree species grown in forest area of circumference like *Pinus densiflora*, *Styrax japonica*, *Quercus acutissima* and *Salix gracilistyla*. If the torrential stream is flooding, the deposition area of 1 to 5 years can be change to the channel easily. Deposition area of 11 to 23 years had a high river-bed because it passed long time since deposited, and amount of sedimentation is much more in wide than in narrow channel. It is consider that the change of channel had many influenced by the span of survival time, scale and movement frequency of deposition area after the vegetation invasion.

Key words : channel change, vegetation invasion, deposition area

### I. 緒 論

일반적으로 河道는 홍수의 흐름에 충분히 저항할 수 있는 표층의 토사로 구성되어 있으므로 수류와 하도와의 사이에 安定된 상호관계를

유지하여야 한다. 그러나 지질, 지형 및 기상적인 원인 등으로 강우시에 지중침투수에 의한 간극수압의 상승, 표면 유수에 의한 침식, 흙의 포화로 인한 활동토층의 단위중량이 증가하므로 사면의 안정성이 극도로 저하되어 사면붕

피로 인하여 계류 내 토사유출이 많아 하도는 항상 변화되고 있다. 산지계류는 유수의 작용으로 토사가 생산되면 하류로 이동되면서 하상내에 擴幅部를 중심으로, 일시적으로 퇴적지를 형성하게 된다. 이 확폭부에 다량의 토사가 일시에 유입되면 하상은 상승하며, 그 이후에는 부분적인 細掘에 의해 시간적인 차이를 두고, 공간적으로 여러 가지 형태의 하상 단면을 나타내면서 하천내의 微地形에 영향을 주게 된다. 또한, 토사이동 등의 교란으로 인한 계류지형이나 퇴적지구조의 변화가 서식지 유지에 중요한 역할을 하고 있으므로 원래의 계류형태를 보전하기 위해서는 교란체계를 완전히 배제하는 일이 없이 자연적인 계류가 가진 서식지의 동적 변화자체를 유지하도록 할 필요성이 있다.

지금까지 산지계류는 수해, 토사재해방지 및 수자원의 대상으로 다루어지면서 하천 및 주변 환경이 일체가 된 생태계와 자연환경으로서의 가치에 대해서는 이해가 깊지 못하였다. 특히, 하도 내 수목은 성장에 따라 호안과 제방 등 하천구조물에 손상을 주고, 홍수시에는 많은 유목(Coarse woody debris)이 되면서 교각에 걸쳐 치수상의 관점에서 많은 문제점이 나타남으로 해서 주로 벌채의 대상이 되었다. 일반적인 천이현상에 의하면 삼림의 파괴가 있는 경우 선구식물이 먼저 들어오고 수 십년이라는 오랜 시간에 걸쳐서 그 환경에 가장 적합한 삼림이 형성하게 된다. 외력에 의한 삼림의 파괴와 그 후의 새로운 삼림의 형성관계는 산사태지, 山火跡地 및 하상퇴적지 등에서 많이 볼 수 있다. 특히, 계상퇴적지에는 계반림이 형성되고 그 溪畔林이 홍수에 의하여 다시 파괴되면 유목은 유로변동의 요인이 된다. 과거부터 산지의 토사가 생산, 이동, 퇴적 및 재이동을 반복하면서 생성된 하상면은 하상 변동사를 파악하는 데 중요한 정보원이 될 수 있고, 또 하상퇴적지의 식생은 퇴적지의 생성연대를 밝히는데 중요한 지표가 될 수 있다.

하상퇴적지의 변동사에 관한 연구로서 상류 谷頭部位의 산지붕괴에 따른 산복유출 토사량

에 관한 연구(川口 等, 1959; 小橋 等, 1976), 토석류 이동과정에 관한 연구(麻, 1990, 1992; Patrick et. al, 1988), 유로변동과 河畔林의 구조에 관한 연구(柳井 等, 1980, 1980; 長坂 等, 1989), 시간정보로서 수목의 연륜을 추정하여 퇴적지의 생성연대 및 변동과정을 연구(新谷, 1971; 東 等, 1971, 1989; 麻, 1995), 수목지표에 의한 하상퇴적지의 연대학적 연구(中村, 1990; 丸谷 等, 1987; 전, 1992), 계류의 하상퇴적지의 이동규모, 빈도, 체류기간에 관한 연구(靑水, 1982) 등이 있다.

이와 같은 계상퇴적지의 식생구조와 유로변동과정의 연구를 통하여 자연하천의 합리적인 이용과 계류환경을 보호할 수 있는 防災對策의 수립이 강구되어야 할 것이다. 특히, 계반림의 보전과 복원을 도모하기 위해서도 임분의 군집 구조와 그들의 동태를 조사하고, 계류에 의한 물리적 영향과 수변지역의 생태적 영향 등을 해석하는 것이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 계상 내 미지형에 영향을 주며 형성된 하상퇴적지의 안정과 보전을 도모하고 계류환경을 보호하기 위한 기초적 자료를 얻고자 桂城川 상류구역의 퇴적지에 침입된 식생구조를 통하여 퇴적지의 생성연대와 시간적 및 공간적인 유로변동의 특성을 조사 및 분석하였다.

## II. 材料 및 方法

본 조사지역은 경남 창녕군 계성면 일대의 관룡산 및 용취산을 잇는 산지소유역으로서 玉泉貯水池로부터 上流 6.6km지점으로부터 발원하는 총 연장 37.1km인 계성천으로 조사대상 지역은 Fig. 1과 같다. 조사지역인 계성천 내의 옥천저수지를 중심으로 하여 산지내 토사유과 구역의 상류 2지점(A, B)을 선정하여 하천을 따라 상류에서 하류로 내려가면서 퇴적지에 대한 임분의 수종 및 분포를 帶狀法(Belt transect)에 의하여 조사하고, 생장추로서 목편을 채취함과 동시에 톱으로 原板을 채취하여 樹齡에 따라 퇴적지의 생성연대를 추정하였다. 또한,

계상퇴적지에 대한 퇴적지의 위치, 형상, 퇴적면적 및 유로변동 등을 간이측량에 의하여 조사하였다.

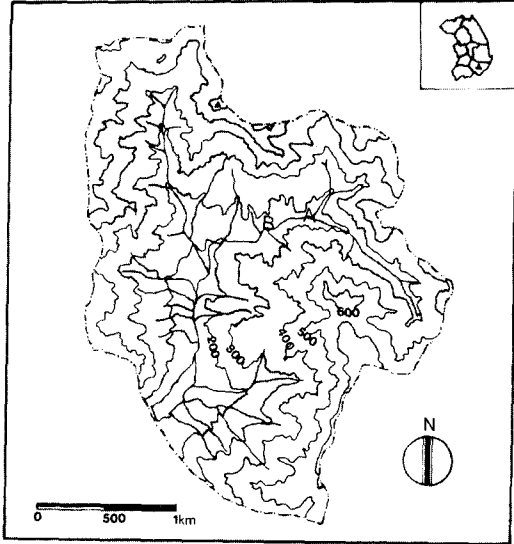


Fig. 1. The location map of surveyed area.

### Ⅲ. 結果 및 考察

#### 1. 계상퇴적지 溪畔林의 植生構造

Fig. 2는 桂城川內 玉泉貯水池로부터 상류 3.65km인 A지점의 퇴적지 횡단면이다. 河川縱斷面上 이 구간은 土砂流過區域의 상류부에 해당하며, 홍수시는 하상침식이, 감수시는 퇴적현상이 일어나는 桂城川內 표고 220m의 지점이다. 특히 이 퇴적지는 23年 전인 1978年度에 여름철의 集中豪雨(年平均 降雨 1857mm)로 인하여 土石流 및 山沙汰 등의 중력침식 현상으로 토석이 일시적으로 다량 이동되어 퇴적된 구간이다. 토사생산은 谷頭部圍에서 산사태 등이 중요한 원인이라고 보고(川口 等, 1959; 小橋 等, 1976; Rice, 1986; 麻, 1992)되고 있으므로 상류산지의 보전이 중요하다고 할 수 있다. 이 퇴적지 단면은 산사태로 인한 뚜렷한 특징이 나타나고 있는데, 현 유로를 중심으로 평균 퇴적고 2m 以下되는 곳에서는 20年生の 소나무와 13年생의 때죽나무 및 11年生の 갯버들 등

이 하상퇴적지에 각각 생육하고 있었다. 이러한 퇴적지에 식생이 침입하는데에는 지역적 또는 환경적으로 2-3年の 차이가 있으나, 퇴적지 생성연대와 상대적으로 비례하는 것으로 나타나 新谷(1971) 및 清水(1982) 등의 연구와 유사하여 토석류 등의 토사유출로 인한 과거 하상변동사를 파악하는데 식생이 중요한 정보원이 될 수 있었다.

자연상태에서 수변주변의 식생 분포를 보면 표고가 높은 곳에서부터 수중을 향해 몇 종류의 우점종이 대상형태로 분포하고 있음을 알 수 있다. 이것은 물과 빛의 조건에 의해서 육상에서는 토질에 의한 수분조건, 수중에서는 산소의 조건에 의해서 미시적으로 식물의 분포가 규제되고 있기 때문이다. 수변식물의 생육환경으로서 중요한 요소는 수변 그 자체의 존재이며 수변의 구배가 완만할수록, 그리고 교란의 빈도가 적을수록, 하반식생은 그 분포역을 넓혀갈 수 있다. 또한 교란에 의한 수위 변동, 유량 변동 및 하상구배의 변화가 생길 때마다 다양한 입지환경이 형성되어 새로운 식생이 침입

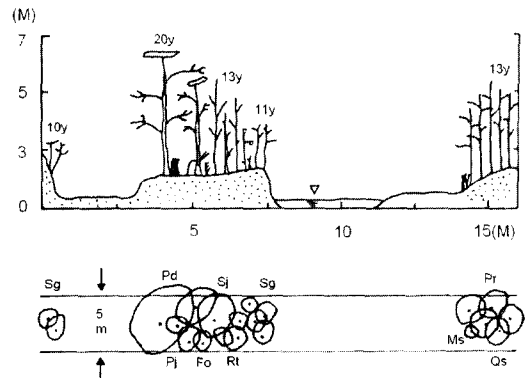


Fig. 2. Cross-sectional view of the upper 3.65km point from Okchon reservoir.

- Sg(갯버들) : *Salix gracilistyla*
- Pd(소나무) : *Pinus densiflora*
- Pj(달뿌리풀) : *Phragmites japonica*
- Qs(졸참나무) : *Quercus serrata*
- Fo(김의털) : *Festuca ovina*
- Rt(개울나무) : *Rhus trichocarpa*
- Pr(리기다소나무) : *Pinus rigida*
- Sj(때죽나무) : *Styrax japonica*
- Ms(억새) : *Miscanthus sinensis* var. *purpurascens*

하게 된다. 그러나 일반적인 식물사회에서 보여지는 천이의 과정은 일어나지 않는다.

본 조사구간의 유로 근처에 새롭게 생긴 낮은 퇴적지에서는 식생이 나타나지 않고 있지만, 그 외측의 안정화되기 시작한 약간 높은 퇴적지를 중심으로 서서히 초본류가 1차적으로 침입하기 시작하였고, 특히 계성천 내 조사구간인 옥천저수지를 중심으로 상류 2지점의 퇴적지에 형성된 계반림은 안정화되어 있는 정도에 따라 생육하고 있는 수목의 수령과 수고에도 차이가 있음을 볼 수 있었다. 이는 퇴적지의 생성 및 안정성에 따른 수목의 침입 결과로 생각된다.

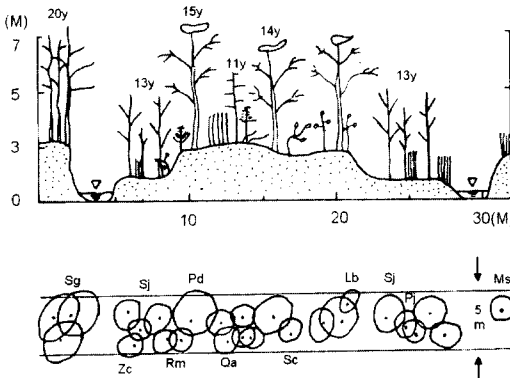


Fig. 3. Cross-sectional view of the upper 3.55km point from Okchon reservoir.

- Sg(갯버들) : *Salix gracilistyla*  
 Pd(소나무) : *Pinus densiflora*  
 Qs(졸참나무) : *Quercus serrata*  
 Sj(매죽나무) : *Styrax japonica*  
 Lb(싸리) : *Lespedeza bicolor*  
 Rm(찔레꽃) : *Rosa multiflora*  
 Sc(청미래덩굴) : *Smilax*  
 Jr(노간주나무) : *Juniperus rigida*  
 Pj(달뿌리풀) : *Phragmites japonica*  
 Qa(상수리나무) : *Quercus acutissima*  
 Ms(억새) : *Miscanthas sinensis* var. *purpurascens*  
 Zs(산초나무) : *Zanthoxylum schinifolium*

Fig. 3은 桂城川內 玉泉貯水池로부터 상류 3.55km B지점의 퇴적지 횡단면으로, 하천중단면상 토사유과구역의 상류부에 속하는 곳으로서, 계성천 내 표고 210m의 지점이다. 지점 내 先驅樹種은 소나무, 매죽나무, 갯버들의 群落이

이루어져 있었고, 특히 평균 퇴적고 2m되는 곳에는 20年生の 소나무 同齡林과 11年생의 리기다소나무가 성장하고 있었으며, 평균 퇴적고 1m되는 곳에는 13年生の 매죽나무 동령림이 각각 분포하고 있었으며, 퇴적고 1m 이하의 소규모 하상퇴적지에는 3年生 및 6年생의 갯버들과 草本性인 달뿌리풀 및 억새 등이 생육하고 있었다.

어떤 지점에 생육하는 식물은 기후와 입지 등 환경요소를 반영하므로 유사성이 있어 相觀(군락의 외관)·구조·조성 등이 유사한 식물군락이 형성된다. 특히 이 150m 구간은 23年前 집중호우로 인하여 산사태가 발생하여 퇴적된 구간으로서 이 퇴적지에 자생하고 있는 식생은 Table 1과 같다. 특히 이 구간에서 자라고 있는 식생을 통하여 주변 식생구조와 비슷한 수종들을 계상 내에서도 많이 볼 수 있어 長坂等(1989)의 연구결과와 유사하며, 주변 식생이 종자의 비산으로 하상퇴적지에도 많은 영향을

Table 1. Vegetation structure of deposits area

Scientific name	Korean name	Survey area	
		A	B
tree layer			
<i>Pinus densiflora</i>	소나무	○	○
<i>Pinus rigida</i>	리기다소나무	○	○
<i>Juniperus rigida</i>	노간주나무	○	○
<i>Salix gracilistyla</i>	갯버들	○	○
<i>Smilax china</i>	청미래덩굴		○
<i>Quercus acutissima</i>	상수리나무		○
<i>Quercus serrata</i>	졸참나무	○	○
<i>Rosa multiflora</i>	찔레꽃		○
<i>Lespedeza bicolor</i>	싸리		○
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	산초나무		○
<i>Rhus trichocarpa</i>	개울나무	○	
<i>Styrax japonica</i>	매죽나무	○	○
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	취풍나무		○
herb layer			
<i>Phragmites japonica</i>	달뿌리풀	○	○
<i>Miscanthas sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	억새	○	○
<i>Festuca ovina</i>	김의털	○	○

Note : A ; The upper 3.65km point from Okchon reservoir

B ; The upper 3.55km point from Okchon reservoir

미치는 것으로 나타났다.

## 2. 河床堆積地の安定化

토사생성원으로부터 유출되는 토사가 산지 급류하천의 하상지형에 의해 어떠한 변화과정을 갖는가는, 일반적으로 통과지대와 퇴적지대를 구분하여 해석이 진행되고 있다. 이를 공간적인 측면에서 보면 통과지대는 협곡부에, 퇴적지대는 확폭부에 각각 위치하므로 이를 비교 검토할 필요가 있다.

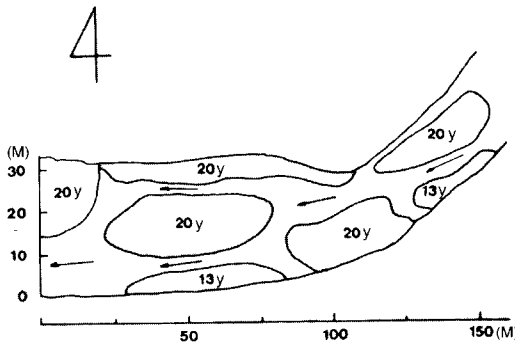


Fig. 4. The spatial changes of channel in the upper 150m block deposits from Okchon reservoir.

Fig. 4는 桂城川에 있어서 玉泉貯水池로부터 상류 3.55km 지점과 3.65km 지점을 통과하는 약 150m 구간의 하상퇴적지의 공간분포를 나타낸 것이다. 각 연대별 퇴적지토사량의 분포는 구간별로 상이하였으나, 일반적으로 전 퇴적토사량은 하쪽에 비례하는 경향을 보여 中村(1990)의 연구와 유사하였으며, 하쪽이 비교적 넓은 계상을 중심으로 다량의 토사가 체류하고 있음을 나타내고 있었다. 또한 퇴적토사량의 시간적 및 공간적 분포 상황을 Fig. 2, 3 및 5에서 보면, 1-5년의 퇴적지는 물이 붙어나면 빠른 시간 내에 유로로 전환될 수 있는 공간이며, 6-10년의 퇴적지는 계상내 단구가 비교적 높아 퇴적 및 체류시간에 따라 안정화가 진행될 수 있는 공간이며, 11-23년의 오래된 퇴적지는 더욱 안정화가 되고있는 지점으로 보인다. 또한, 공간적으로 분포하고 있는 퇴적지는 오래될수록 식생침입에 의한 수목의 생육이 활발

해지기 때문에 퇴적공간은 더욱 안정화가 진행될 것으로 보인다. 특히, 감수시에는 유로는 낮은 지점에서 형성되어 안정된 하도를 유지할 것으로 생각되지만, 증수시에는 점점 높은 지점으로 이동하게 되므로 퇴적지는 침식에 의한 재이동도 시작하게 될 것이다(丸谷等, 1987).

인공으로 개수한 계류내 수목은 성장에 따라 호안과 제방 등 하천구조물에 손상을 주고, 홍수시에는 많은 유목(Coarse woody debris)이 되면서 교각에 걸쳐 치수상의 관점에서 많은 문제점이 나타남으로 해서 주로 벌채를 하였다. 그러나 하천이나 계류에 있어서 유목은 어류의 은신처가 되거나, 그로 인하여 형성된 웅덩이는 어류의 중요한 서식장소가 된다. 상류 산지구간의 계류는 벌채보다는 하상퇴적지의 안정화를 도모하기 위하여 자연형의 계류형태를 그대로 유지할 수 있도록 하여야 할 것이다. 또한, 계상퇴적지의 계류 내 식생경관을 유지하기 위해서는 계반림의 식생군락과 공간적 환경요소인 流路岸, 汎濫原 및 段丘傾斜 등의 미지형과 그리고 식생도입에 영향을 미치는 물의 교란의 강도와 빈도, 유속, 유량, 계류폭, 웅덩이(pool) 및 여울(riffle) 등도 중요한 요소이다. 이제는 단순히 치수적인 관점에서 하천정비를 할 것이 아니라 자연형의 계류환경속에 많은 동식물이 살 수 있는 공간과 하천경관이 동시에 유지될 수 있도록 산지계류의 하상퇴적지를 관리하여야 할 것이다.

## 3. 堆積地 橫斷面의 變動過程 解析

황폐계류의 공간에서는 교란이 발생하는 시공간적 차이에 의해서 계류지형의 형상도 달라진다. 예를 들면, 소규모의 홍수가 단기간에 반복되어 일어나는 계류에서는 미지형 단위는 빈번히 반복되어 나타난다. 이러한 미지형의 변화는 유로평면 형상을 구성하는 미지형 단위의 조성과 배열을 크게 변화시키는 것은 아니다. 수십 년에 한번 정도 일어나는 대규모의 홍수가 일어나면 계류 공간의 미지형을 이루는 유로 평면형상의 특성 자체는 크게 변화되면서 계반림도 군락을 유지한 채 살아가고 있다.

이러한 황폐계류의 공간 내에서 일어나는 토사이동 규모와 퇴적지형성에 따른 식생과의 관계를 모형화시켜보면 Fig. 5와 같다. Fig. 5에서 퇴적지  $D_3$ 가 형성된 후 퇴적지  $D_2$  및  $D_1$ 이 형성된다고 가정하면 토사이동규모  $S_2$ 와  $S_1$ 은 퇴적지  $D_3$ 가 형성된 때의 이동규모  $S_3$ 보다도 소규모라고 할 수 있다. 또한 퇴적지의 형성은  $T_3$ 에서  $T_2$ 의 차이가 있으며,  $T_3 - T_2$  사이에  $S_2$ 보다 적은 규모에 의해 형성된 퇴적지는  $S_2$ 에 따라 소멸하게 되고,  $T_2 - T_1$  및  $T_1 - T_0$ 간에도 같은 일정한 범칙성을 받게될 것으로 생각할 수 있다. 이같이 계단상 퇴적지에서 상위의 체류기간이 긴 퇴적지는 토사규모면에서 하위의 퇴적지 보다 규모가 크고, 체류기간이 길고 짧음이 토사 이동규모의 대소를 상대적으로 표현하고 있다고 생각된다. 따라서 체류기간은 이동규모와 동시에 이동빈도를 나타내고 있다. 이동빈도는 전체적인 퇴적지 형성과 소멸의 빈도 즉, 유역전체로 볼 때 토사이동의 되풀이를 의미한다. 또한 동일 퇴적지가 형성되어 소멸할 때까지의 시간적인 빈도, 즉 동일규모의 토사 이동현상이 생길 수 있는 2가지 확실적인 의미가 있다. 계류 내에서 이동규모와 이동지점별로 유역의 어느 구간에서 토사이동이 되풀이되고 있는가를 압으로서 유역 전체적으로 보면 이동빈도를 이해할 수도 있을 것이다.

이동빈도의 경우 이동빈도는 퇴적토사의 재이동의 난이도로서 이해할 수 있는데, 清水(1982)가 체류기간이 길다고 하는 것은 퇴적지가 새롭게 생길 확률이 낮다고 하면서 이동빈도는 체류기간  $T$ 의 逆數  $1/T$ 로서 표현하였다.

일반적으로 황폐계류의 특징은 이동규모 및 이동빈도와의 결합에 의하여 표현되고 있으므로 토사이동에 대한 유역의 특징은 체류기간과 토사량의 관계에 따라 判別이 된다. 또한, 지금까지 산지계류는 수해와 토사재해방지 및 수자원의 대상으로 다루어지면서 하천 및 주변환경이 일체가 된 생태계와 자연환경으로서의 가치에 대해서도 이해가 깊지 못하였다. 계류 내 계반림의 보전과 복원을 도모하기 위해서도 임분의 군집구조와 그들의 동태를 조사하고, 계류

의 의한 물리적 영향과 수변지역의 생태적 영향 등을 해석할 필요성이 있다. 특히, 산지계류의 황폐는 산지의 붕괴와 밀접한 관련성이 많으므로 산지 상류유역부터 근본적인 예방 및 보전대책이 필요하다.

따라서 퇴적지의 단면구조분석에 의한 퇴적지의 이동규모 및 빈도 등의 이론을 정립하고 퇴적지 생성연대에 따른 토사의 재이동 및 체류시간을 파악하여 토사 이동규모에 의한 상류의 산지구간에서는 유역관리 계획을 수립하여 산지유역을 총합적으로 보전하여야 할 것이다.

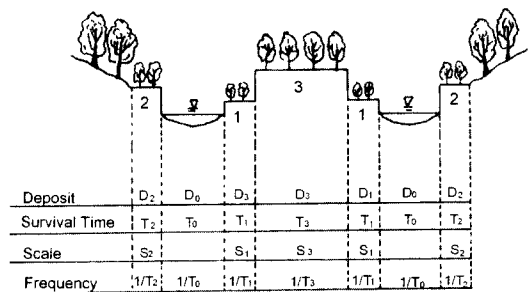


Fig. 5. The relationship between debris flow and deposits.

#### IV. 摘要

계상 내의 미지형에 영향을 주며 형성된 하상퇴적지의 안정과 보전을 도모하고 계류환경을 보호하기 위하여 계상천 상류유역에서 식생정보를 이용한 하상퇴적지의 식생구조와 시간적 및 공간적 유로변동 특성을 요약하면 다음과 같다.

1. 퇴적지의 생성은 산림 내 상류구간은 주로 산사태 및 토석류 등의 중력침식 현상에 의하여 일어나고, 운반작용에 의해 형성된 하상퇴적지는 식생의 침입에 따라 더욱 안정화되고 있음을 볼 수 있었다.
2. 퇴적지에 성장하고있는 식생을 통하여 퇴적지의 생성연대를 추정할 수 있어 토석류 등의 토석유출로 인한 하상변동사를 파악하는데 식물지표가 유효한 정보원이 될 수 있었다.
3. 상류 퇴적지의 식생은 근처 산림지역으로부터

터 종자의 비산으로 치수가 성장하여 자라고 있으므로 비교적 주변식생과 유사하여 완벽한 자연성을 보였는데 특히, 소나무, 때죽나무, 상수리나무, 갯버들, 달뿌리풀 등이 많이 출현하여 계반림 경관을 구성하는 주된 종으로서 교란이후 다른 식생보다 빨리 정착하는 선구수종으로 나타났다.

4. 1-5년의 퇴적지는 물이 불어나면 빠른 시간 내에 유로로 전환될 수 있는 공간이며, 11-20년의 퇴적지는 계상 내 단구가 비교적 높아 퇴적 및 체류된 시간이 오래 되고 안정화된 퇴적공간이었으며, 퇴적지 토사량은 하폭이 넓을 수록 많았다.
5. 식생침입에 따른 하상퇴적지는 이동규모, 이동빈도 및 체류시간 등의 정도에 따라 안정화가 유지되면서 유로의 변동에 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있다.
6. 퇴적지의 횡단면 구조를 통하여 퇴적지 생성년대에 따른 토사의 재이동 및 체류시간을 파악하여 토사이동규모에 따른 적정한 공작물을 설치하므로써 상류산지의 황폐계류 및 유역환경을 보전할 수 있도록 하여야 할 것이다.

### 引用文獻

- 新谷 融. 1971. 荒廢溪流における土石移動に關する基礎的研究. 北海道大學農學部演習林研究報告. 28(2) : 193-265.
- 東 三郎 · 新谷 融 · 村井延雄 · 藤原滉一郎. 1971. 樹木年代學からみた地すべり地の推移. 北海道大學農學部演習林研究報告. 28(2) : 339-433.
- 東 三郎 · 新谷 融 · 村井延雄 · 藤原滉一郎. 1989. 地すべりに關する樹木年代學的考察. 新砂防. 4(3) : 22-34.
- 全權雨. 1992. 樹木指標에 의한 河床堆積地の年代學的 研究. 韓國林學會誌. 81(3) : 263-272.
- 川口武雄 · 難波宣士 · 瀧口喜代志 · 河野良治 · 岸岡孝. 1959. 昭和33年 伊豆水害の山地の崩壞, 土石流出とその防止對策. 林試研報 117 : 83-120.
- 小橋登治 · 武居有恒 · 福島義雄 · 水山高久. 1976. 土石流の實態とその發生條件に關する研究 - 高知災害を中として -. 京大研報. NO.48 : 136-148.
- Madej, M.A. 1982. Sediment Transport and Channel Change in an Aggrading Stream in the Puget Lowland, Washington : In Workshop on Sediment Budgets and Routing in Forested Drainage Basins, General Technical Report PNW-141 : 97-108.
- 麻鎬變. 1990. 智異山地域의 山地崩壞와 土砂流出에 關한 研究(I). 慶尙大學校 演習林研究報告. 1 : 13-26
- 麻鎬變. 1992. 智異山地域의 山地崩壞와 土砂流出에 關한 研究(II). 慶尙大學校 演習林研究報告. 2 : 17-28.
- 麻鎬變. 1995. 植生情報를 이용한 河床堆積地の時間的 및 空間的 變動過程 解析. 韓林誌學術發表會 ; 74-75.
- 丸谷知己 · 荒上和利. 1986. 環境情報としての樹木年輪の定量解析. 日林論 : 609-612.
- 丸谷知己 · 荒上和利. 汰木達郎 1987. 環境情報としての樹木年輪の定量解析(II). 九大研報 57 : 1-7.
- 中村太士. 1990. 河床堆積地の時間的, 空間的分布に關する考察. 日林誌 72(2) : 99-108.
- 長坂 有 · 新谷 融. 1989. 初期侵入條件から見た河畔林の形成. 日林北支論. 155-157.
- Patrick, D. and T.E. Lisle. 1988. DEBRIS : A Computer Program for Analying Channel Cross Sections. U.S.D.A. Res. Note PSW-296 : 1-3.
- Rice, R.M. 1986. Social, Technological and Research Responses to Potential Erosion and Sediment Disasters in the Western United States, With Example from California. J. of the Erosion-control Engineer 39(3) : 3-10.
- 柳井清治 · 酒谷幸彦 · 小野寺弘道. 1980. クワウ

- ンナイ澤における流路變動と河畔林の構造(I) - 流路變動と流木の影響 -. 日林北支論 : 188-190.
- 柳井清治・酒谷幸彦・小野寺弘道. 1980. クワウンナイ澤における流路變動と河畔林の構造(II) - 河畔林の生成と消滅 -. 日林北支論. 191-193.
- 清水 宏. 1982. 溪流における砂防計劃手法に関する研究. 國土放災技術株式會社技術本部 : 139-151.

接受 2000年 8月 26日