

## 航空寫眞을 利用한 河床變動에 관한 研究(Ⅱ)<sup>1\*</sup>

— 河床堆積地의 時·空間의 分布 解析 —

全槿雨<sup>2</sup> · 金旻南<sup>2</sup> · 車斗松<sup>3</sup>

## Study on Channel-bed Fluctuation Using Aerial Photographs(Ⅱ)<sup>1\*</sup>

— Analysis of spatial - temporal distribution on the deposits —

Kun Woo Chun<sup>2</sup>, Kyoung Nam Kim<sup>2</sup> and Du Song Cha<sup>3</sup>

### 要 約

흑백 항공사진을 이용하여 山地急流河川의 河床變動을 파악한 결과, 다음과 같은 면에서 항공사진이 유효정보로 사용될 수 있다.

1. 항공사진 및 현지조사에 의한 河道幅 측정값의 직선회귀식은  $Y = 1.0 + 0.94X$  ( $r^2 = 0.98$ )로, 두 인자간의 높은 상관관계가 확인되어 항공사진이 하도폭 해석에 유효하게 사용될 수 있다.
2. 항공사진 판독에 의해 하도내의 河床堆積地와 流路의 平面的 區分이 가능하였으며, 또한 河床堆積地의 平面的 分布 狀況과 流路의 規模 및 形成過程을 추정할 수 있다.
3. 촬영시기가 상이한 항공사진을 판독하므로써 각 시기별 流路特性을 파악할 수 있었으며, 또한 이를 비교, 분석하므로써 河床變動에 강하게 영향하는 流路變動 過程을 추정할 수 있다.
4. 항공사진상의 河道幅 測定, 河床의 平面形狀 解析 및 流路變動 把握 등에 의해 河床微地形圖를 작성할 수 있으며, 이를 기초로 河床堆積地의 平面的 解析이 가능하다.

### ABSTRACT

Black and White aerial photographs are much useful to obtain the information on the channel-bed fluctuation in the following aspects.

1. In the decision of river width, the linear regression formula between the value of aerial photograph interpretation and that of field surveying is  $Y = 1.0 + 0.94X$  (the decision coefficient is  $r^2 = 0.98$ ). Therefore, aerial photographs are proved effective for the measurement of river width.
2. Aerial photograph interpretation makes it possible to classify the plane channel and the deposits in river, and suggests the situation of the plane distribution of deposits, the size of channel and the course of channel formation.
3. The periodical channel situation can be figured out through the interpretation of aerial photographs pictured in different times. Also, the comparing and analyzing each interpreted information can be able to guess the course of the variation of channel influencing powerfully channel-bed fluctuation.

<sup>1</sup> 接受 1995年 6月 14日 Received on June 14, 1995.

<sup>2</sup> 江原大學校 林科大學 林學科 Dept. of Forestry, College of Forestry, Kangwon Nat'l University

<sup>3</sup> 江原大學校 林科大學 森林經營學科 Dept. of Forest Management, College of Forestry, Kangwon Nat'l University

\* 이 論文은 1993年度 韓國科學財團의 研究費 支援에 의하여 進行된 것의 일부임.

4. The microtopographic map of river can be made through the decision of river width, the interpretation of the plane shape of channel-bed and the analysis of variation of channel. On the basis of this map, the plane analysis of deposit is possible.

*Key words: channel-bed fluctuation, aerial photographs, river width, plane shape, variation of channel, microtopographic map*

## 緒 論

산지급류하천에서 砂防施設物을 배치하기 위해서는 대상하천의 河道特性이 파악되어야 하며(清水 宏, 1983; 全權雨, 1988; 中村 太士, 1988), 하도특성 파악에는 하도내에 분포하고 있는 河床堆積地에 대한 時·空間的 解析(Nakamura, 1986; 全權雨, 1990; 中村 太士, 1990)이 필요하다. 지금까지는 하상퇴적지의 시·공간적 정보수집을 위해 樹木年輪에 의한 年代學的 解析方法(Araya, 1986; Nakamura, 1986; 全權雨, 1992)과 定点測量에 의한 現地調査 方法(東 三郎 등, 1979; 馬場 仁志 등, 1983; 全權雨, 1987)이 주로 이용되어 왔으나, 이 작업은 많은 시간과 노력을 필요로 하므로 부분적인 河床變動에 기초한 基本機構의 파악과 국소적인 하상변동의 특성규명을 중심으로 연구가 진행되어 왔다. 그러나 이와 같은 방법은 유역의 종합적 특성파악, 유역간 비교 및 합리적 유역관리를 위한 기초자료 확보에 많은 문제점이 있는 것으로 지적되고 있다(清水 宏 1983.; 全權雨, 1992).

따라서 이상의 문제점을 보완하고, 보다 객관적인 防災資料를 얻기 위한 방법의 일환으로 항공사진의 판독과 災害史 資料에 의한 비교분석이 부분적으로 진행되고 있다(中村 太士, 1990). 특히 최근에 들어 항공기술의 발달과 편리성에 의해 항공사진을 비롯한 다양한 원격탐사 정보의 확보가 용이하게 되었고, 재해사의 기초자료로 사용될 수 있는 각종 기상자료나 재해기록 등도 비교적 잘 보존되고 있으므로 이러한 유효정보를 이용하면 현지조사에 투자되는 시간과 경비가 절감될 뿐만 아니라 보다 정확하고도 객관적인 자료를 수집할 수 있다.

지금까지 임학분야에서도 항공사진을 이용하여 산지자원 실태조사(金甲德, 1976), 임분 축적량의 추정(金東春과 李鎮珪, 1975; Lee, 1983; シノメアン, 1984; 吳東河와 金甲德, 1990; 菱沼

勇之助와 志村 一夫, 1990; 鈴木 保志 등, 1991), 林相 區分(朴吉洪, 1986; 車斗松 등, 1988; Cha 등, 1988, 1989; 金甲德 등, 1989) 및 각종 산지 피해지 조사(佐藤 清一, 1978; 綱干 壽夫와 小堀 慈久, 1980; 幾志 新吉, 1980; 平野 昌茂, 1981, 1987; 菱沼 勇之助, 1989; 中北 理, 1990)를 위한 연구가 동북아권에서는 이전부터 진행되어 상당한 연구결과가 축적되어 오고 있으나, 산지급류하천의 하상변동을 파악하여 防災施設을 배치하기 위한 砂防分野에는 일본에서 부분적(中村 太士, 1990)으로 실시되고 있을 뿐 우리나라에서는 거의 진행되고 있지 않은 실정이다. 따라서 본 연구는 항공사진 자료를 이용한 하상변동을 파악하기 위한 기초연구로 항공사진에 의한 하상미지형 판독 가능성을 중심으로 진행하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 研究對象 河川의 概要

연구대상 하천은 하상미지형이 상이한 江原大學校 林科大學 附屬演習林內의 4개의 중·소규모 산지급류하천과 대규모의 산지급류하천인 彌矢嶺의 龍村川이다(그림 1).

중·소규모의 산지급류하천인 原昌川, 屈枝川, 城東川 및 北方川은 江原大學校 林科大學 附屬演習林內에 위치하며, 행정구역상으로는 江原道 春川市 東面 및 洪川郡 北方面에 속한다. 하천의 규모는 북방천의 하천 길이 10km를 제외하면 3~4km로 소규모이며, 하도폭은 원창천 29.7~68.6m, 굴지천 20.1~47.7m, 성동천 17.2~45.5m 및 북방천 25.0~75.5m로 하천 및 구간에 따라 다양하게 분포하고 있었다(全權雨 등, 1993). 또한 각 하천의 上流域에는 기존의 山腹崩壞地와 임도 및 중앙고속도로 개설로 인해 土砂流出이 활발히 진행되어 최근에도 소규모의 하상변동이 빈번히 발생하고 있다(全權雨, 1990). 본 지역의 연평균강수량은 춘천기상대의 기상자료에 의하면 1278.35mm이며, 최대일강우량은 1991년 7월의

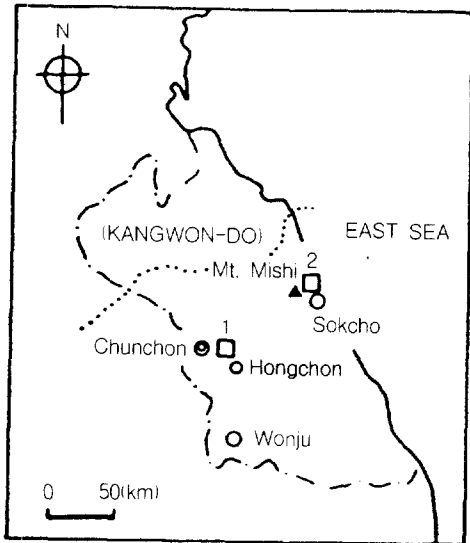


Fig. 1. The location map of study areas(1: Experiment Forests, 2: Yongcheon River).

308.5mm이다(기상청, 1968~1993).

또한 龍村川은 江原道 東草市와 高城郡 사이에 위치하며, 主峰 彌矢嶺을 수원발생원으로 하여 설악산맥의 동쪽사면을 유하하고 있다. 즉 미시령 정상으로부터 약 7.5km를 동진하여 속초시의 주상수원인 학사평 저수지에 유입된 후 다시 11km를 북동진하여 동해에 유입되고 있으며, 조사구간의 하도폭은 67.5~196.5m로 대규모의 산지급류하천이다. 이 지역 역시 상류에는 대규모의 산복봉괴지가 분포하고 있으며, 또한 최근의 산악도로 확충으로 인해 토사유출이 빈번히 발생할 위험성이 있는 지역이다. 한편 하상에는 대규모의 하상퇴적지가 다수 분포하여 2차침식에 의한 하상변동이 발생하고 있다(全槿雨, 1992). 본 유역의 연평균강수량은 속초기상대의 기상자료에 의하면 1319.56mm이며, 일최대강수량은 1971년의 469.5mm이다(기상청, 1968~1993).

2. 研究資料

항공사진은 山林廳 林業研究院에서 1974년 8월, 1980년 9월 및 1992년 9월에 각각 촬영한 축척 1 : 15,000의 흑백 및 적외선 흑백사진을 사용하였으며, 測定에는 日本 林業技術協會에서 제작한 측정판(模尺板, dot-grid板)을 사용하였다(全槿雨 등, 1993). 사용된 항공사진은 원창천, 굴지천 및 성동천의 경우는 1974, 1980 및 1992년,

북방천은 1980 및 1992년, 용춘천은 1992년에 각각 촬영된 사진이다.

또한 항공사진 판독 및 河床微地形圖 作成에는 반사식 입체경(Mirror stereoscope)과 寫眞像移寫機(Aero-sketchmaster)를 각각 사용하였다.

3. 研究方法

- 1) 資料蒐集 및 整理: 자료는 항공사진, 도면 및 문헌자료로 구분하여 수집·정리하였다. 항공사진 자료는 연구자료와 같으며, 도면 자료는 지형도, 지질도 및 임상도 등을, 문헌 자료는 재해사 자료, 기상 자료 및 기존 사방시설물 자료 등을 각각 수집·정리하였다.
- 2) 第1次 寫眞判讀 및 豫察圖 作成: 반사식 실체경을 판독의 기본사항인 하천의 전체형상, 하천주변부의 지형특징, 하상퇴적지의 시·공간적 분포상황 및 식생침입상황 등을 일차적으로 판독하였으며, 동시에 하상미지형도 작성시 참고가 되는 하천의 谷次數와 浸蝕地形을 판독하였다. 豫察圖 작성은 사진상에서 일차적으로 판독·측정된 각종의 하상미지형 정보를 사진상여사기를 이용해서 지형도에 이사하였다.
- 3) 現地調査: 항공사진에서 판독된 하상변동 예상지점인 曲流部와 擴幅部를 중심으로 횡단측량을 실시함과 동시에 하상퇴적지에 분포하고 있는 침입식생의 年代學的 解析, 河床構成材料의 平均粒徑 調査, 현장 사진촬영과 스케치의 실시 및 미확인 被寫體에 대한 보완조사를 실시하였다.
- 4) 第2次 寫眞判讀 및 河床微地形圖 作成: 현지조사에서 얻은 정보를 참고로 하여 제1차 사진판독에서 판독이 불가능하였거나, 사진판독에 의해 발생한 오차를 보정하여 豫察圖에 移寫하였다. 이어서 각 판독사항에 대한 범례를 정의하고, 축척에 따라 河床微地形圖를 작성하였다.
- 5) 河道特性 把握: 이상의 과정에 의해 작성된 하상미지형도를 참고로 하여 각 하천의 河道特性을 파악하고 이를 기초로 각종 砂防施設物의 규모, 위치 및 우선순위 등을 결정하는 기초자료를 제공한다.

## 結果 및 考察

### 1. 河道幅 測定과 擴幅部 判定

河床微地形圖를 작성하기 위하여는 河道幅, 舊流路, 現流路 및 河床堆積地의 時·空間的 分布 등을 파악해야 한다. 특히 하도폭은 하상의 평면적 해석에 가장 기본적인 항목으로 土砂移動에 크게 영향을 미치고 있다고 할 수 있다. 즉 하상미지형은 평면적으로는 토사의 통과지대에 해당하는 狹窄部와 상류역으로부터 이동되어 온 토사가 퇴적·재이동·재퇴적을 반복하는 擴幅部로 구분되며, 이와같은 하상의 평면적 해석은 하상변동의 추적에 의한 사방시설물 배치에 앞서 우선 파악해야 할 과제이다(清水 宏, 1983; 中村 太士, 1988; 全 槿雨, 1989). 따라서 이상의 협착부 및 확폭부를 판정하기 위하여는 우선 하도폭을 측정하여야 하며, 이 측정자료를 이용하여 하상변동 예상지역인 확폭부를 판정·해석함으로써 하상퇴적지의 미지형도 작성에 기초자료로 사용해야 한다.

조사대상하천의 하도폭 판정에 있어 굴치천, 성동천 및 북방천의 경우는 하천주변에 가옥 및 농경지 등의 보전대상물이 분포하고 있으므로 河道整備가 이전부터 진행되어 상대적으로 하도폭을 규명하기가 용이하였다. 그러나 원창천이나 용촌천의 경우는 하도정비가 거의 진행되지 않은 자연하천에 가까우므로 상대적으로 하도폭을 결정하는 데에 많은 어려움이 있었다.

항공사진에 의한 하도폭의 평면적 해석은 각 연도별(1974, 1980 및 1992년)로 60개소(원창천 9개소, 굴치천 12개소, 성동천 13개소, 북방천 11개소 및 용촌천 15개소)를 기본측선으로 하였으나, 일부구간은 항공사진이 구득되지 않았으므로 실제로 해석한 측선수는 128개였다.

또한 이상의 항공사진에 의한 하도폭 관측의 타당성을 검토하기 위해 1992년도 항공사진 관측값(Y)과 1993년 현지조사 측정값(X)과의 상관관계를 해석하였다. 해석결과, 직선회귀식은  $Y = 1.0 + 0.94X$  ( $r^2 = 0.98$ )로 두 인자간의 높은 상관관계가 인정되어(그림 2) 항공사진에 의해 하도폭 측정이 가능함을 보여 주고 있으며, 이는 기존의 연구결과와 유사한 경향을 나타냈다(鈴木 四郎, 1966; 藤原 滄一郎, 1970).

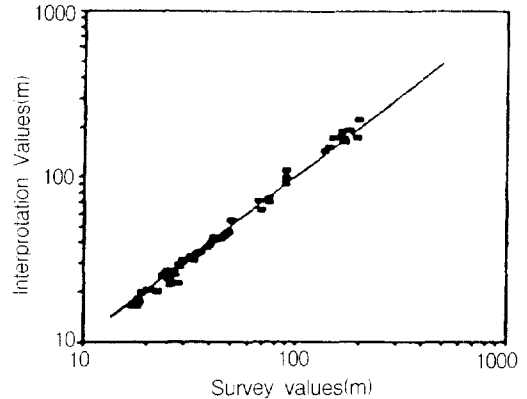


Fig. 2. The relationships between field surveying values and photo interpretation values.

### 2. 河床의 平面形狀 解析

河床의 平面的 解析은 크게 河床堆積地와 流路로 나누어 진행하였다. 즉 항공사진상에서 하도를 식생이 분포하고 있는 공간(주로 河床堆積地)과 그렇지 않은 공간(주로 流路)으로 구분한 후, 이를 종·횡단면에 걸쳐 평면적으로 定量化하여 하상퇴적지 및 유로의 위치를 파악하였다. 또한 인식되는 하상퇴적지라 하여도 식생의 분포상황에 따라 하상퇴적지의 평면적 해석을 달리 하였으며, 流路 역시 流水의 유무에 따라 現流路와 舊流路로 구분하였다. 한편 각 시기별 항공사진을 해석하므로써 하상면의 자연적 변화특성의 파악과 하도정비 및 사방시설물 배치 등에 의한 하상의 인위적 평면변화는 물론 사방시설물의 배치 효과 등을 파악할 수 있었다.

그림 3은 북방천의 각 시기별 하상상태를 평면적으로 해석한 그림으로 이와 같은 현상을 잘 반영하고 있다. 11개 측선 1.37km 구간을 1980년과 1992년의 항공사진 및 현지조사 자료를 기초로 河床平面圖를 작성한 결과, 1980년 이전에 하도정비가 진행되어 하도폭의 변화는 거의 발견되지 않았으나 하도내의 하상미지형은 거의 전 구간에서 걸쳐 변화되어 있음을 알 수 있었다. 즉 1980년의 경우에는 유로가 전체적으로 右岸에 偏倚하여 형성되어 있었으나, 1992년의 경우에는 유로의 偏倚現象은 발견되지 않았으며, 상대적으로 하도 중앙부를 중심으로 유로가 형성되어 있었다. 특히 擴幅部에 해당하는 측선 9, 10 및 11 구간은 측선 11의 상하에 배치되어 있는 2개의 低담(S<sub>3</sub> 및 S<sub>4</sub>)의 河道固定 效果(東 三郎 등,

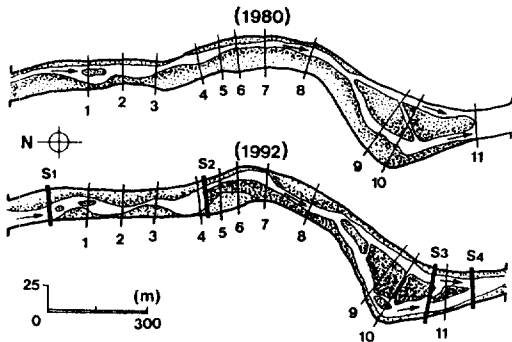


Fig. 3. Plane shapes and distribution of sediment in the Bukbang River(S<sub>1</sub>~S<sub>4</sub>: Stream grade - stabilization structures).

1982; 全權雨, 1987)에 의해 하상퇴적지가 유로 중앙부에 형성되었으며, 유로 역시 分流되어 偏倚現象이 발견되지 않았다. 한편 협착부에 해당하는 측선 4 구간 역시 유로의 右岸 偏倚現象이 低댐의 天端作用(東三郎, 1982; 全權雨, 1990)에 의해 流水의 分산현상에 의한 流路 分流가 명확히 나타나는 등 砂防施設의 群의 配置效果가 항공사진에 의해 관측되었다.

### 3. 流路變動과 河床堆積地 形成

土砂水理學의 측면에서 보면 流水와 土砂의 運動機構가 時·空間적으로 다르기 때문에 流域特性에 따라 流路形態 및 河床堆積地의 형성과정에 차이가 발생한다. 특히 산지급류하천에서의 土砂移動은 돌발적·단속적이기 때문에 상류로부터의 토사생산 상황과 유로내 토사퇴적 상황에 따라 유로형태가 불규칙하게 변화하며(馬場 仁志 등, 1983; Nakamura, 1986; 全權雨, 1988, 1992), 하천의 流路形態는 安定流路, 變動流路 및 定形流路 등의 형태를 나타낸다(中村 太士, 1988, 1990). 따라서 유로변동은 하상미지형에 영향을 받을 뿐만 아니라 앞으로의 하상변동에도 강하게 영향하므로, 각 하천에 있어서 유로의 변화과정을 파악하는 것은 하도특성을 규명하고 방제시설을 배치하기 위해 반드시 파악해야 할 중요사항이다.

그림 4는 항공사진에 의해 관측한 각 시기별 원창천 상류의 河床平面圖로, 상류 및 하류에 토사공급원인 河岸崩壞地가 분포하고 있는 것이 관측되었으며, 또한 이곳에서 생산된 토사로 인해 直下部의 하상이 변화하고 있음이 관측되었다.

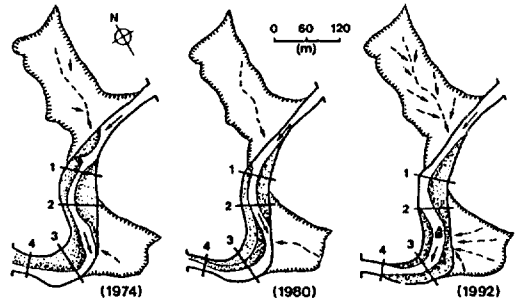


Fig. 4. Plane shapes and variation of channel in the Wonchang River.

즉 이 구간의 유로형태는 항공사진상으로는 1980년을 기준으로 定形流路에서 變動流路로 변화한 것을 알 수 있었다. 각 시기별 항공사진을 관측하면 1974년에도 상류의 좌안과 하류의 우안을 중심으로 불안정 사면인 나지가 분포하고 있었으나, 1980년부터 1992년 사이에 급격히 淚溝浸蝕이 발달하여 河岸崩壞가 발생하였으며, 이곳에서 발생한 불안정한 토사는 直下部의 河幅變化는 물론 유로변동을 일으켜 하상퇴적지의 형상을 변화시켰다. 즉 시기별로 보아 1974년과 1980년 사이에는 河岸崩壞地로부터 土砂流出이 발생하지 않았고, 流路 역시 曲流部의 전형적인 流路形態인 偏倚現象이 나타나고 있었으나, 1980년과 1992년 사이에 상, 하류의 하안붕괴지로부터 다량의 토사가 유출되어 하도폭 변화는 물론 유로의 위치와 하상퇴적지의 평면적 분포가 변화한 것이 관측되었다.

### 4. 河床微地形 및 河床堆積地 解析

항공사진을 이용하여 하상변동이 단순하고 하상미지형 해석이 용이한 중·소규모의 산지급류하천을 대상으로 하상퇴적지의 공간적 해석을 위한 河床微地形圖를 작성하여 왔다(全權雨 등, 1993). 즉 중·소규모의 산지급류하천의 확폭부를 중심으로 하도폭 측정, 하상퇴적지의 중·횡단면 형상 해석 및 유로변동 관측 등에 의해 하상미지형을 작성하였으며, 이를 기초로 하상변동 상황을 해석할 수 있었다. 따라서 하상변동이 빈번히 발생하여 하상퇴적지의 규모나 양태가 다양하지만, 각종 제약에 의해 촬영이 제한되어 항공사진의 자료가 부족한 대규모의 산지급류하천을 대상으로 樹木年代學의 해석 방법을 병행하여 河床堆積地의 時·空間的 解析을 시도하여 보았

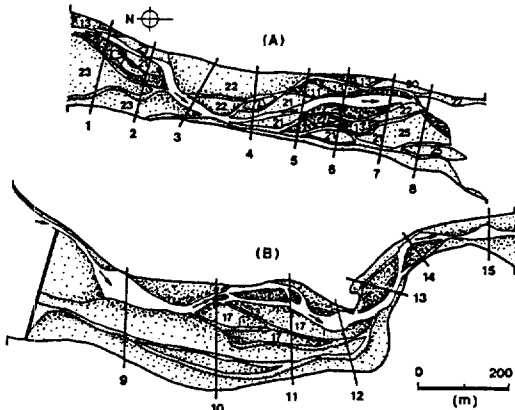


Fig. 5. The microtopographic maps of up and down streams in Youngcheon River(The numbers in the figure shows the ages of deposits).

다(그림 5).

항공사진 관독 및 樹木年代學的 해석 방법에 의해 작성된 龍村川 河床微地形圖를 기초로 하여 하상미지형을 해석하면, 용춘천의 上流域 『그림 5의 (A)』는 전형적인 산지급류하천의 하상퇴적지 형태를 나타내고 있었다. 특히 학사평 저수지의 直上部인 측선 5~9구간은 빈번한 토사이동에 의한 流路變動(舊流路 3개소 및 現流路 2개소)이 수차례 발생한 것으로 관독되었으며, 또한 측선 1~2구간 역시 2개소의 구유로와 1개소의 현유로가 관독되어 유로변동이 있었음을 확인할 수 있었다. 그러나 측선 3~4구간은 流水의 偏倚現象에 의해 좌안을 중심으로 유로가 형성되어 있으며, 우안의 대규모 하상퇴적지에는 구유로도 1개소밖에 관독되지 않아 다른 구간에 비해 상대적으로 유로변동의 발생빈도가 낮은 것을 알 수 있었다. 한편 河床堆積地의 樹木年代學的 解析에 의하면 구유로를 중심으로 분포하고 있는 河床堆積地의 樹木年輪(주로 21~25년)이 현유로를 중심으로 분포하고 있는 河床堆積地의 樹木年輪(주로 11~13년)보다 많아 상대적으로 현유로 주변보다 하상면이 안정되어 있음을 알 수 있었다.

龍村川의 下流域 『그림 5의 (B)』는 측선 9~12구간의 우안의 현류로 부분을 제외하면 대규모의 하상퇴적지가 분포하고 있으나 실제로 하상퇴적지상에 同齡林이 분포하고 있는 부분은 측선 10~12구간 중앙부에 위치하는 일부 하상퇴적지(17년)이며, 나머지 하상퇴적지에는 동령림이 거의

발견되지 않아 하상면이 불안정한 상태임을 알 수 있었다. 또한 구류로가 분포하고 있는 좌안의 하상퇴적지와 우안의 현류로 주변의 소규모 하상퇴적지에 목본침입이 발견되지 않는 것으로 보아 여름철의 增水時에는 학사평 저수지의 수문조절 등에 의해 이 부분이 모두 流路化하는 것을 알 수 있었다. 즉 龍村川의 下流域의 일부(측선 9~12구간)는 하도 규모면에서는 上流域과 비슷하나 자연적인 하도특성을 나타내지 않고 있으며, 또한 학사평 저수지의 인위적 작용에 강하게 영향을 받으므로 자연하도와 상이한 하상변동이 발생한다고 볼 수 있다. 따라서 이 두 유역의 하상변동 특성을 잘 대비하면 流域特性에 따른 防災對策 樹立에 필요한 기초자료를 얻을 수 있을 것이다.

## 結 論

항공사진을 이용하여 하상변동 과정을 추정한 결과, 주요 하상변동 지점에 해당하는 河床堆積地의 時·空間的 解析에 항공사진이 유효하게 사용될 수 있음을 알 수 있었다. 특히 하도의 전체 구간중 주요 河床變動 地點인 擴幅部의 把握은 물론 河道幅의 判定, 河床의 平面形狀 解析 및 流路變動의 把握과 이를 이용한 河床堆積地의 平面的 解析에 항공사진이 유효하게 사용될 수 있음이 확인되었다. 그러나 하상변동이 하상퇴적지의 比高에 강하게 영향받으므로 하상퇴적지의 입체적 해석에 필요한 정확한 比高 측정에는 대축척의 항공사진이 필요하며, 더욱이 지금보다는 항공사진의 촬영간격을 짧게 해야만 하상변동의 상세한 시간적 해석이 가능해질 것이다.

따라서 현재의 상태에서는 항공사진에 의해 하상변동의 관독이 부정확한 부분, 즉 河床微地形의 立體的 解析 및 時間的 解析에 문제가 되는 河床堆積地의 比高 測定과 구체적인 시간 해석에는 現地調査와 樹木年代學의 方法에 의한 결과를 이용하면 보다 효과적이 된다. 결국 지금까지 하상변동 해석 방법으로 주로 이용되어 온 현지조사의 시간과 노력의 문제점을 항공사진이 해결할 수 있으며, 또한 항공사진의 한계성을 현지조사가 보완할 수 있으므로 이 두가지 방법을 상호보완하여 이용하면 보다 합리적이고도 객관적인 하상변동 자료를 얻을 수 있으리라 사료된다.

## 引用文獻

1. 氣象廳, 1968~1993, 氣象年譜.
2. 金甲德, 1976, 航空寫眞을 利用한 山地資源 調査法의 研究, 韓國林學會誌 30 : 1-7.
3. 金甲德·李承鎬·金喆民, 1989, Landsat TM Data와 黑白赤外線 航空寫眞을 利用한 林相 區分에 關한 研究, 韓國林學會誌 78(3) : 263-273.
4. 金東春·李鎮珪, 1975, 잣나무 및 일본이갈 나무의 航空寫眞 林分材積表 製作, 林業試驗場研究報告 22 : 21-29.
5. 朴吉洪, 1986, 航空寫眞을 利用한 우리나라 闊葉樹林의 林分構造에 關한 研究, 韓國林學會誌 74 : 67-81.
6. 吳東河·金甲德, 1990, 航空寫眞을 利用한 金烏山 地域의 土地利用 및 林分材積의 變化에 關한 研究, 韓國林學會誌 79(4) : 388-397.
7. 全權雨, 1987, 曲流部の河道固定에 關する 實驗的研究, 北大農演研報 44(1) : 231-244.
8. 全權雨, 1988, 荒廢溪流의 微地形判讀と河道 整備に 關する 砂防學的研究, 北大農演研報 45(2) : 529-586.
9. 全權雨, 1989, 荒廢溪流의 堆積形狀과 堆積 空間, 森林科學研報 5 : 8-17.
10. 全權雨, 1990, 荒廢溪流에 있어서 砂防施設物에 의한 河道固定에 關한 研究, 韓國林學會誌 79(3) : 269-277.
11. 全權雨, 1990, 1990年 6,9月의 集中豪雨에 의한 洪川郡 北方地域의 斜面崩壞와 土砂流出, 江大林演研報 10 : 17-26.
12. 全權雨, 1992, 樹木指標에 의한 河床堆積地의 年代學的 研究, 韓國林學會誌 81(3) : 263-272.
13. 全權雨·車斗松·金旻南, 1993, 航空寫眞을 利用한 河床變動에 關한 研究(I) - 江原大學校 演習林內 山地急流河川을 중심으로 -, 江大林演研報 13 : 35-45.
14. 車斗松·增谷利博·今田盛生, 1988, 空中寫眞による 掌狀作業法適用林의 林相區分, 日林九支研論 41 : 37-38.
15. 綱干 壽夫·小堀 慈久, 1980, 空中寫眞によ
- る 山腹斜面崩壞と地形, 地質, 植生の關係 - 廣島縣休山の場合 -, 自然災害資料解析 7 : 117-125.
16. 幾志 新吉, 1980, 空中寫眞判讀による 有珠山 噴火災害に 關する 研究 - 被災樹木の1年後の 狀況について -, 國防防災研究センター 研究報告 24 : 183-191.
17. 東 三郎, 1982, 低ダム群工法 - 土砂害豫防の論理 -, 北海道大學圖書刊行會, 387pp.
18. 藤原 滄一郎, 1970, 航空寫眞による 林地崩壞に 關する 研究, 北大農演研報 45(2) : 297-346.
19. 菱沼 勇之助, 1989, 颱風による 占小牧地方 演習林の 鹽風害 - 空中寫眞判讀による 解析 -, 北大農演研報 46(1) : 111-123.
20. 菱沼 勇之助·志村 一夫, 1990, 空中寫眞による 笹サ地の 判讀と解析 - そのテクニックと應用 -, 森林航測 161 : 7-10.
21. 鈴木 保志·竹口 嘉太郎·神崎 康一, 1991, 航空寫眞を用いた 林分蓄積量とその時系列變化の 推定, 京都大農演報 63 : 137-145.
22. 鈴木 四郎, 1966, 空中寫眞による 治山調査の 一例, 森林航測 57 : 5-8.
23. 馬場 仁志·中村 太士·新谷 融, 1983, 富良野川上流域における 堆積域の 分布特性と 土石移動規模, 新砂防 36(1) : 8-16.
24. シトメアン リスマン, 1984, 航空寫眞による 森林蓄積の 推定に 關する 研究, 北大農演研報 42(1) : 1-46.
25. 佐藤 清一, 1978, 道路豫定線雪崩の 航空寫眞調査, 東北地域災害科學研究報告 14 : 5-8.
26. 中北 理, 1993, 空中寫眞による 北上川上流 赤川流域の 荒廢地 分布特性, 日林論 104 : 267-268.
27. 中村 太士, 1988, 河川の 動態解析に 關する 砂防學的研究, 北大農演研報 45(2) : 301-369.
28. 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, 日本林學會誌 72(2) : 99-108.
29. 清水 宏, 1983, 溪流における 砂防計劃手法に 關する 研究, 北大農演研報 40(1) : 101-196.
30. 平野 昌繁, 1981, 空中寫眞でみる 地形災害 - 歷史的大災害(その1) -, 京都大學防災研究

- 所年報 24(B-1) : 449 - 460.
31. 平野 昌繁. 1987. 空中寫眞でみる地形災害 - 歴史的大災害(其の2) -. 大阪市立大學文學部 人文研究 39(4) : 1 - 16.
  32. Araya, T.. 1986. A Method to Investigate Basin Characteristics on Debris Movement by Using Indicators of Plants and Riverbed Topography in the Torrential Rivers of Hokkaido, Japan. Shin - Sabo 39(2) : 5 - 14.
  33. Cha, D.S., Masutani, T., Imada, M. and Sekiya, Y.. 1988. Classifying Natural Broadleaved Stands by Aerial Photographs and Multivariate Analysis - The Case of the Applied Forests of Palm Form Working System -. J. Fac. Agr., Kyushu Univ. 32 : 255 - 264.
  34. Cha, D.S., Masutani, T., Imada, M. and Sekiya, Y.. 1989. Planning of Forest Road Network in Palm Form Working System(II) - Selection of Representative Unit Block and Estimation of Its Stand Volume by Aerial Photographs -. J. Fac. Agr., Kyushu Univ. 33 : 203 - 212.
  35. Lee, Chun Yong. 1983. A Study on Forest Inventory Method Using Aerial Photographs. Jour. Korean. For. Soc. 60 : 10 - 16.
  36. Nakamura, F.. 1986. Analysis of Storage and Transport Processes Based on Age Distribution of Sediment. Transactions, Japanese Geomorphological Union 7(3) : 165 - 184.