

섬진강 중류 (곡성-순창) 구간의 하천지형 변화 연구

남옥현 · 양동윤 · 김주용 · 김진관

한국지질자원연구원 지질연구부

Temporal Change of Fluvial Geomorphology in the Middle Reaches of the Sumjin River, Korea

Wook-Hyun Nam, Dong-Yoon Yang, Ju-Yong Kim and Jin-Kwan Kim

Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Quaternary Geology

요 약

순창에서 대강, 곡성에 이르는 섬진강 본류에서 건설부 (1978)가 설정한 199~145번 횡단측선에서 측량을 실시하고, 이를 1978년과 1989년에 건설부에서 조사한 횡단측선과 비교하여 시간에 따르는 하상지형의 변화를 고찰하였다. 그 결과, 본 연구지역은 전체적으로 하방침식이 우세한 환경이며, 일부 구간에서는 측방침식과 함께 최심선이 제방측으로 이동하는 경향을 나타내는 것으로 나타났다. 이렇게 침식이 우세하게 나타나는 원인으로서 다음 두가지를 들 수 있다. 첫 번째로 유속이 증가하였다는 점이다. 습지 파괴, 구하도 파괴, 인공제방 축조 등 인간간섭에 의하여 하도폭이 축소·고정되었으며 하도가 직강화되었으며, 이에 따라 유속이 크게 증가하였다. 유속 증가는 하상 퇴적물에 자갈 및 극조립~조립질 모래가 우세하게 분포하고 있다는 사실에서도 확인할 수 있다. 두 번째로, 1980~1990년대에 본 연구구간과 연구구간의 하류측에서 집중적으로 골재채취가 이루어졌다는 점이다. 이러한 원인으로 인하여 본 연구구간은 침식이 우세하게 나타나게 되는데, 특히 188~187번 측선의 우안 일대와 155번 측선의 좌안 일대에서 인공제방 하부의 침식이 크게 진행되고 있으며 최심선도 제방쪽으로 이동하고 있는 양상이 관찰되어, 홍수시에 제방이 파괴되는 파제의 위험성이 큰 것으로 사료된다.

ABSTRACT

Analysis of No. 199~145 cross-sections set up by the Ministry of Construction (1978) in the middle reaches of the Sumjin River around Sunchang, Daegang, and Goksung areas have been done for delineating the changes in fluvial geomorphic features. The entire river-bed in the study area has been considerably degraded since 1978. In some cross-sections, the thalweg shiftings are observed. Two aspects are responsible for the erosion-dominant environment. First, flow velocity has been increased. Human activities including wetland destruction, ex-channel destruction and artificial levee construction reduced the channel width, and fixed the channel geometry. This has resulted in

이 연구는 과학기술부에서 시행하는 중점국가연구개발사업의 하나인 자연재해방재기술 개발사업으로 수행된 것입니다.

increase of the water velocity. Pebble and granule~coarse sand are prevailing on the river-bed, indicate the high speed of the currents. Second, aggregate has been intensively mined during 1980s~1990s around the areas. Especially, in the right side of the cross-sections No. 188~187 and the left side of the cross-section No. 155, erosion toward under the artificial levee is remarkable. This can be led to bank failure in case of heavy rainfall.

Key words : Sumjin River, fluvial characteristic.

서론

섬진강에서는 이미 1910~1920년대에 하구 부근에서 부분적으로 제방이 축조된 바 있으며, 1950~1960년대에도 가제방이 축조되는 등, 일찍이 改修작업이 시작되었다. 본격적인 치수사업은 1973년에 처음 수립되었으며 1978년에는 하천정비기본계획이 수립되어, 이들 계획에 따라 섬진강 본류 거의 모든 구간의 양안에 인공제방이 설치되었다(건설부, 1989). 이 외에도 1965년에는 섬진강 상류에 섬진강댐을 완공하였고, 각종 수중보와 배수 시설을 설치하는 등, 홍수 발생을 억제하고 취수와 토지이용을 극대화하기 위한 많은 노력이 있었다.

홍수 조절을 위하여 지금까지는 이러한 제방, 댐, 배수시설 등 수공구조물을 축조하여 대처하고자 하였으나, 최근 빈발하는 뇌우성 집중호우 양상으로 보면 이러한 수공구조물 만으로는 홍수재해에 대처하는데 어려움이 많다. 오히려 수공구조물로 인하여 수질악화, 토사퇴적, 하상침식, 생태계 파괴 등 여러 문제가 발생하기도 한다.

보다 근본적으로 홍수 재해에 대처하기 위해서는 홍수에 영향을 미치는 하천 주변의 지형·지질요인을 평가하고, 홍수시에 유역의 침식을 동반한 퇴적물의 이동을 파악하며, 하상의 세굴 또는 퇴적 현상을 관찰하는 등 하상특성을 파악하기 위한 연구가 필요하다(이영훈, 1994; Savenije, 1995; 이영훈 등, 1998; 이주용 등, 1999; 유환수 등, 2000; 이진영 등, 2000). 본 연구는 섬진강 중류에 해당하는 순창-곡성 구간 약 32 km를 대상으로 하상의 지형·지질 특성과 시간에 따른 변화양상을 고찰하고, 나아가서 하상특성에 따르는 홍수형태를 파악하는데 그 목적이 있다.

연구지역 개관

섬진강은 우리나라 4대강의 하나로서, 한반도 남해안 중서부에 위치하고 있으며, 총 유역면적은 4896.5 km², 본류의 유로연장은 218.6 km이다. 섬진강의 중류는 전반적으로 하도폭이 협소한 곡간 하천이며, 지류와 합류하는 곳에서는 부분적으로 곡간평야가 발달하고 있다. 또한 하상과 그 주변의

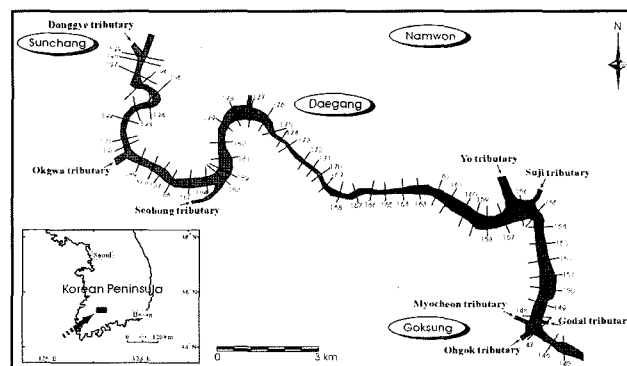


Fig. 1. General study area map and the locations of the cross-sections.

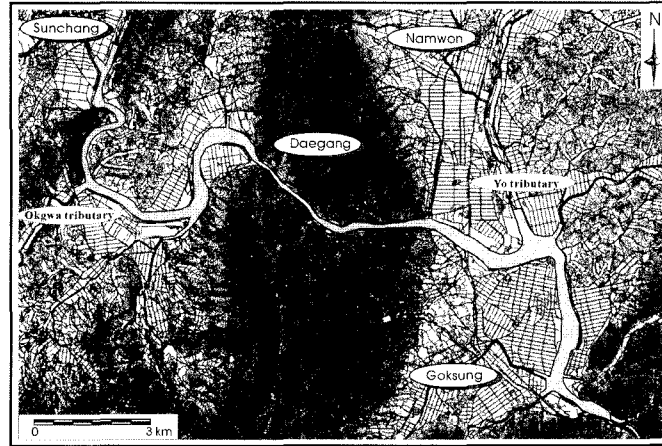


Fig. 2. Topographic map of the study area.

퇴적물은 주로 사질 내지는 역질로 이루어져 있으며, 장소에 따라서는 암반이 노출되어 있는 경우도 있다(한국자원연구소, 1997; 유환수 등, 2000).

연구지역은 건설부(1978)에서 설정한 섬진강 하천정비기본계획의 섬진강 본류 횡단측선 199(상류측)~145번(하류측) 사이의 약 32 km에 걸치는 구간이며, 행정구역상으로는 순창-대강-금지-곡성에 해당하며, 위도 35°22' 46.01", 경도 127° 09' 22.10", 그리고 위도 35°16' 01.50", 경도 127°21 '10.02" 사이를 포함한다(Fig. 1).

각 측선 사이의 거리는 기본적으로 500 m로 설정되어 있으며, 측선의 상류측에서 하류측으로 바

라볼 때를 기준으로 우안과 좌안을 구분한다. 본 구간에서 섬진강 본류로 흘러드는 지류는 상류에서 부터 동계천(경천), 옥과천, 서봉천, 요천, 수지천, 묘천천, 오곡천, 고달천 등이 있으며, 특히 대강-금지 부근에는 대강화강암으로 이루어진 협곡이 분포하고 있다(Fig. 2).

본 연구지역에는 순창화강암(삼척기~쥬라기), 대강화강암(삼척기), 남원화강암(쥬라기) 등 주로 NNE~NE 방향의 엽리를 보이는 엽리상 화강섬록암이 분포하고 있으며(주승환 & 김성재, 1986; 권성택 & 이진한, 1997), 또한 옥과천 부근에서는 편암으로 구성된 설옥리층(선캠브리아기)이 분포

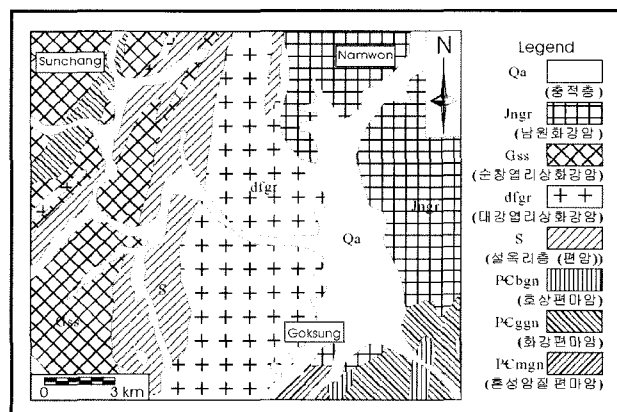


Fig. 3. Geological map of the study area.

하고 있다(안건상 & 김성균, 1999)(Fig. 3).

연구방법

먼저 주변 지형과 시대에 따른 유로의 변화를 알아보기 위하여 1917년도 1:50,000 지형도, 1986년도 1:25,000 지형도, 1:5,000 수치지형도, 그리고 2000년 5월 8일자 Landsat TM 인공위성 영상을 이용하였으며, 지질을 파악하기 위하여 순창 도폭(박희인, 1966), 남원 도폭(김동학 & 이병주, 1984), 창평 도폭(손치무 & 김수진, 1966), 구례 도폭(홍승호 & 황상주, 1984) 등을 참고하였다.

또한 하상단면의 변화양상을 파악하기 위하여 2001년에 횡단측선 199~145번 등 모두 55개 측선에서 광파 측량과 echosound 측량을 실시하였으며, 그 결과를 1978년과 1989년에 건설부에서 조사한 자료와 비교·분석하였다. 각 측선의 양안에서 강의 중앙 방향으로 4~5 m 정도의 위치에서 하상 표층퇴적물을 채취하여 연구지역에서 퇴적물 분포의 공간적 변화양상을 관찰하였다. 대강-금지 일대의 협곡에서 유입되는 암편 쇄설물의 영향을 파악하기 위하여 입경이 64~100 mm 정도 되는 cobble 크기의 시료를 대상으로 Sneed & Folk (1958)의 방법에 따라 구형도(sphericity)를 측정하였다.

연구결과

본 연구에서는 횡단측선과 지형·지질을 고려하여 연구지역을 상류측에서부터 크게 상부(199~176번 측선), 중부(175~163번 측선), 하부(162~145번 측선) 등 세 구간으로 나누어 고찰하였다.

상부에는 순창화강암이 주로 분포하고, 일부 편암이 나타나기도 한다. 하도는 대체로 평지를 흐르면서 곡류를 형성하고 있는데, 부분적으로 산사면과 접하는 곳도 있다. 대강-금지 일대의 대강화강암으로 이루어진 산지 협곡은 중부에 해당하며, 이 구간에서 하도는 거의 직강 형태를 보인다. 그리고 하부의 남원화강암 지대에서는 다시 완만하게 곡

류하게 된다(Fig. 2). 이러한 하도 형태는 인공제방과 암반제방 등으로 1970~1980년대 이후에 대부분 고정되었다(건설부, 1989).

본 연구지역 지질의 특징은 주로 화강암이 분포하며 엽리 등 선구조가 우세하게 발달하고 있다는 점이다. 선구조는 파쇄대, 지층 경계, 단층 등 직선이나 완만한 곡선으로 나타나는 지형 및 지질요소를 말한다(Lee & Chi, 1995). 김원균 등(1997)은 원격탐사자료와 수치표고모형을 이용하여 순창화강암에서 N10~30°E 방향으로 엽리 등의 선구조가 우세하며, 남원화강암에서는 NS~NNE 방향으로 엽리, 단층, 절리 등의 선구조가 우세하다는 점을 지적하고, 이를 주라기에 일어난 호남전단대(Yanai et al., 1985)의 우수향전단운동의 결과로 해석한 바 있다. 또한 순창화강암과 설옥리층의 지층 경계 또한 약 N10~20°E의 주향을 보이고 있다(안건상 & 김성균, 1999)(Fig. 3).

본 연구지역의 상부에서 섬진강 분류, 동계천(경천), 옥과천 등은 크게 N10~20°E 또는 N60~70°W의 방향으로 분포하는데, 이는 순창화강암 선구조의 주방향과 일치하거나 거의 직교하는 방향이다. 우수향전단운동으로 압축력을 받아 형성된 NE 방향의 선구조와 이에 직각 방향으로 형성된 NW 방향의 절리 등의 지질구조가 하천의 흐름을 제어하고 있다는 것을 알 수 있다(송언근, 1993). 이와 유사한 경향은 하부에서도 나타나는데, 섬진강 분류의 방향이 하부에서는 대체로 NS 방향이며 이는 남원화강암의 주요 선구조 방향과 거의 일치한다. 이러한 양상은 본 연구지역에서 하도의 방향과 형태가 기본적으로 기반암의 지질 및 엽리, 절리, 지층경계 등 선구조의 분포에 의하여 영향을 받고 있다는 것을 보여준다.

상부(199~176번 측선)

199~145번 등 모두 55개의 횡단측선에서 1978년(건설부, 1978)과 1989년(건설부, 1989)의 자료와 본 연구에서 조사한 2001년 실측자료 등 약 10년 단위의 하상단면 변화를 비교해 본 결과, 상부(199~176번 측선)에서는 전체적으로 측방침식과

함께 하방침식이 현저하게 일어나고 있는 현상을 확인하였다. 상부 구간에서도 특히 199~190번 측선 구간에서는 사주의 발달이 미약하며, 옥과천 합류부에서 하류측으로 189~176번 측선 구간에서는 사주를 관찰할 수 있다.

193번 측선(Fig. 4)에서는 공격사면인 우안의 침식이 일어나고 있는데, 1978~1989년 사이에 약 2.2 m, 1989~2001년 사이에 2 m 정도가 침식되었으며, 최심선도 우안측으로 이동하고 있다. 그러나 우안이 암반사면이기 때문에 측방침식보다는 하방 침식이 더 현저하다.

192번 측선(Fig. 5)에서도 역시 공격사면인 우

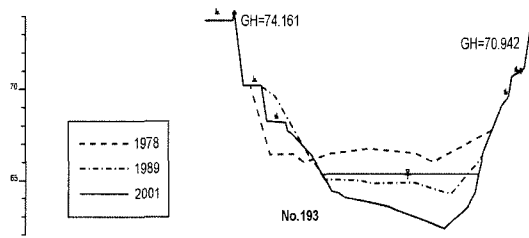


Fig. 4. Cross-section of No. 193.

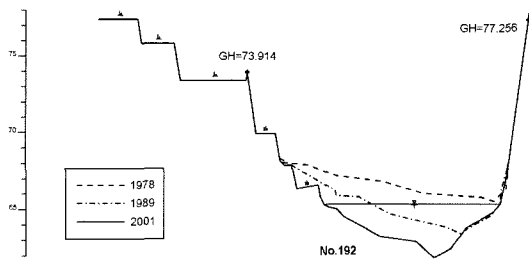


Fig. 5. Cross-section of No. 192.

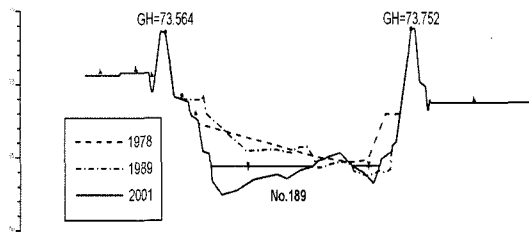


Fig. 6. Cross-section of No. 189.

안이 암반사면이므로 하방침식 양상이 더 우세하게 나타나고 있다. 옥과천 합류부를 지나서 189번 측선(Fig. 6)에서는 양안 모두 침식이 일어나고 있는데, 우안측에는 사주가 발달하고 있는 것을 확인할 수 있다. 이렇게 사주의 발달은 옥과천에서 사질 퇴적물이 상당량 유입되고 있다는 것을 지시한다.

188번(Fig. 7)과 187번 측선(Fig. 8)에서도 일부 사주가 형성되고 있지만, 우안에서는 크게 침식이 일어나고 있다. 특히 187번 측선 우안은 1989~2001년 사이에 하방으로 약 6.1 m가 침식되는 하상저 현상이 나타나는 것으로 확인되었다. 조선총독부(1917)가 발행한 지형도를 보면, 187~186번 측선의 우안 부근에서 강 중앙부의 사주를 중심으

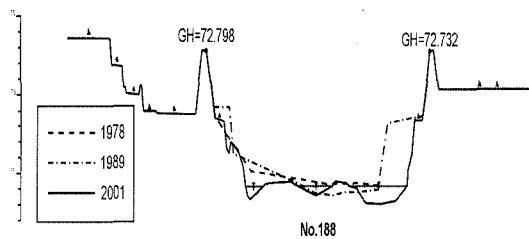


Fig. 7. Cross-section of No. 188.

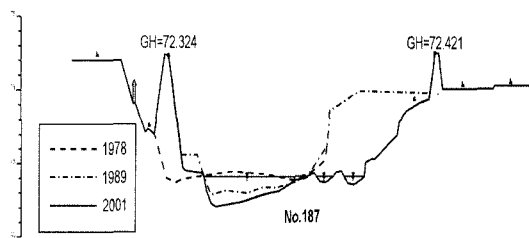


Fig. 8. Cross-section of No. 187.

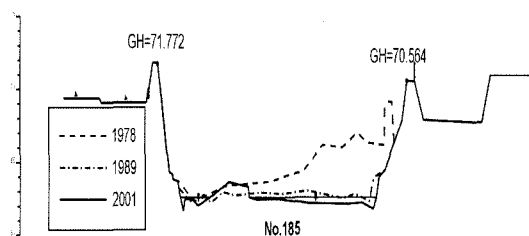


Fig. 9. Cross-section of No. 185.

로 하도가 남과 북으로 갈라져서 흐르고 있었던 모습을 확인할 수 있는데(Fig. 16의 화살표 부분), 이 지역은 현재 지형분류상 구하도 지형에 속하게 된다(Oya, 1993). 이 남쪽의 하도와 강 중앙부에 위치한 대규모의 사주는 개간되어 농경지와 공장 부지로 이용되고 있다. 또한 강 양안에 넓게 분포하고 있는 범람원은 사주와는 구별되는 세립질의 입자로 이루어진 습지로 보이는데, 이들 역시 모두 개간하여 농경지로 이용하고 있다.

185번 측선(Fig. 9)에서도 1978~1989년 사이에 우안이 약 4.5 m 침식되는 등, 전반적으로 침식이 우세하지만 185~181번 측선에서는 부분적으로 사주가 발달하고 있는 양상도 관찰할 수 있다.

179~176번 측선에서는 지형적으로 활주사면에 해당하는 우안측에서 일부 사주가 발달하면서도 전체적으로 침식이 크게 일어났으며, 특히 176번 측선(Fig. 10)의 우안에서는 1989~2001년 사이에 약 6 m 정도 침식이 일어난 것을 관찰할 수 있다.

이렇게 활주사면에서 침식이 일어난 것으로 관찰되는 이유에는 고정된 하도폭 내에서 하도가 부분적으로 곡류한다는 점도 있겠지만, 주된 이유로서 대강면 일대에서 1980~1990년대에 집중적으로 이루어진 골재채취를 꼽을 수 있다. 한국자원연구소(1997)는 전라북도 남원시 대강면 일대에서 2,650,000m³, 전라남도 곡성군 곡성읍 일대에서 1,563,000m³ 정도의 하천골재 개발 가능량이 있으며, 이 중에서 상당 부분이 이미 채취된 것으로 평가하였다. 이러한 골재채취는 침식을 가속화시키는 주된 요인이 된다(Stover & Montgomery, 2001).

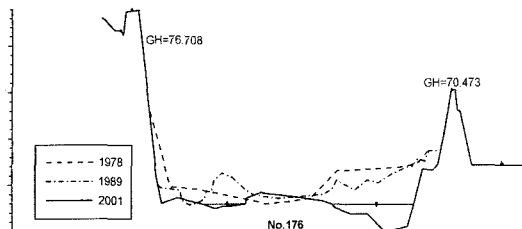


Fig. 10. Cross-section of No. 176.

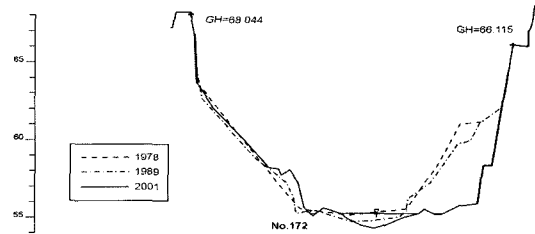


Fig. 11. Cross-section of No. 172.

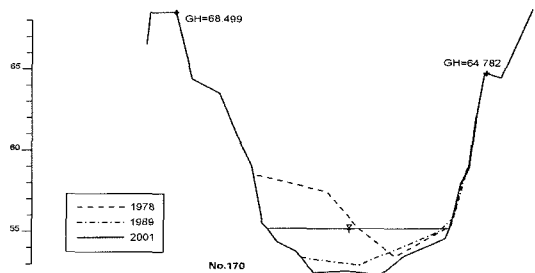


Fig. 12. Cross-section of No. 170.

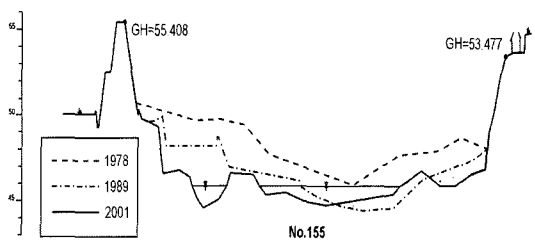


Fig. 13. Cross-section of No. 155.

중부(175번~163번 측선)

본 연구지역 중부의 협곡에 해당하는 전라북도 남원시 대강면 사석리의 야산 절개지에서 2001년 6월에 대규모 암반 절취사면 붕괴가 발생하기는 하였으나, 이는 인간 간섭의 영향을 받은 경우에 해당한다. 실제로 1980~1990년대에 중부의 협곡에서 자연적 산사태가 보고된 바가 거의 없어, 붕괴의 위험이 거의 없는 안정한 사면으로 볼 수 있다.

중부(175번~163번 측선)에서는 일부 측선에서 측방침식이 관찰되기는 하지만, 전체적으로 하방 침식이 현저하게 일어나고 있다. 대부분 하상이

2~3m 정도 침식된 하상저 현상을 보이고 있다.

그러나 172~170번 측선에서는 측방침식이 관찰된다. 특히 172번 측선(Fig. 11)에서는 우안이 1978~1989년 사이에 약 1.3 m, 1989~2001년 사이에 약 4.2 m 정도 침식되었으며, 170번 측선(Fig. 12)에서는 좌안이 1978~1989년 사이에 약 4.6 m, 1989~2001년 사이에 약 1.0 m 정도 침식되었다.

완만한 곡류를 보이는 169번과 168번 측선에서는 좌안이 활주사면에 해당하는데, 이 부분에서는 침식이나 퇴적 등 변화를 거의 찾아볼 수 없었다.

하부(162번~145번 측선)

하부(162번~145번 측선)는 섬진강이 대강-금지 일대의 협곡을 지나 평야지대로 흘러드는 162번 측선부터 하부에 해당하는데, 상·중부와 하부 사이를 경계로 하여 하상구배가 1/590에서 1/1,390으로 변화한다(건설부, 1989). 중부와 하부의 경계가 되는 163~162번 측선 사이는 섬진강이 대강-금지 일대의 협곡에서 평야로 흘러드는 지점인데, 지형적으로 선상지 형태를 보이지는 않는다. 이는 협곡에서의 퇴적물 공급이 충분하지 않고, 또한 하상구배의 차이도 그다지 크지 않기 때문으로 해석할 수 있다(Oya, 1993).

하상에서 입경이 64~100 mm 정도 되는 cobble 크기의 시료를 각 측선에서 200개씩 표본 채취하여 Sneed & Folk(1958)의 방법으로 (1)번 수식과 같이 구형도(maximum projection sphericity)를 구한 결과, 하부의 162~159번 측선에서는 구형도가 0.5942인 반면에 상부의 187~184번 측선에서는 0.7481을 나타내었다.

$$sphericity = \sqrt[3]{(S^2/LI)}$$

(단, L: long axes, I: intermediate axes,
S: short axes) (1)

이 결과에서 보면, 하부의 자갈은 상부의 것과는 달리 대부분 협곡에서 유래하여 운반거리가 짧고 원마도가 좋지 않은 아각상(subangular)을 보이고

있는 것으로 생각된다. 협곡에서 섬진강 하상으로 공급되는 화강암 쇄설물은 선상지를 만들 정도로 그 양이 많지는 않지만, 전체적인 하상 퇴적물의 분포에는 큰 영향을 주고 있는 것으로 보인다. 이렇게 하상에 아각상의 왕자갈~잔자갈이 분포하는 양상은 측선 159~158번까지 이어진다.

요천의 합류 지점부터 하류측으로는 모래가 주로 분포하며 사주가 발달하기도 하는데, 그 원인으로 요천에서 사질 퇴적물이 대량으로 공급된다는 점, 섬진강 본류의 유속이 요천에 의해서 교란을 받는다는 점 등을 들 수 있다. 요천의 하상에도 주로 왕자갈~잔자갈이 다량 분포하고 있지만, 수중보가 여러 곳에 설치되어 있어 자갈이 하류로 이동하지 못하고 모래~실트 크기의 입자가 선택적으로 운반되어 섬진강 본류에 퇴적되는 것으로 생각된다.

측선단면 조사결과, 하부에서도 측방침식보다는 하방침식이 더 우세하게 나타난다. 특히 149번 측선에서는 약 4 m 정도 하상저 현상을 보이고 있다.

일부 측선에서는 측방침식 양상을 보이기도 하는데, 155번 측선(Fig. 13)에서는 좌안이 1978~1989년과 1989~2001년 사이에 각각 약 1.6과 3.7 m 침식되었으며, 154번 측선(Fig. 14)에서도 좌안이 1978~1989년 사이에 약 4.2 m 침식된 것으로 나타났다. 또한 146번 측선(Fig. 15)에서는 좌안이 1978~1989년 사이에 1.9 m, 1989~2001년 사이에 2.5 m 정도 침식되었으며, 최심선도 하상의 중앙에서 좌안측으로 이동하고 있는 것을 관찰할 수 있다. 155~145번 측선 사이 구간에서는 사주가 넓게 발달하는 양상을 보인다.

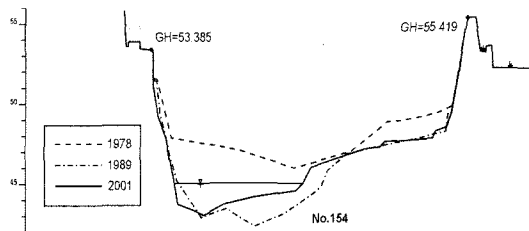


Fig. 14. Cross-section of No. 154.

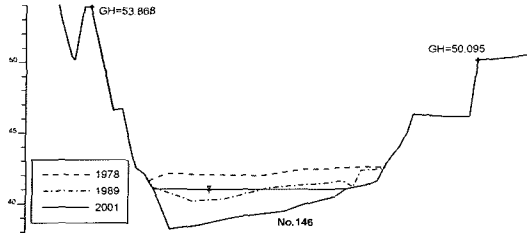


Fig. 15. Cross-section of No. 146.

Table 1. The riverbank types of the cross-sections

측선 번호	좌안		우안	
	형태	침식양상	형태	침식양상
193	제방		산	(침식)
192	제방		산	(침식)
189	제방	(침식)	제방	(침식)
188	제방		제방	(침식)
187	제방		제방	(침식)
186	제방		제방	
185	제방		제방	(침식)
176	제방		제방,사주	(침식)
172	산		산	(침식)
170	산	(침식)	산	
155	제방,사주	(침식)	제방	
154	산	(침식)	제방	
146	산	(침식)	제방	

이상 각 측선에서의 양안 형태와 측방침식이 일어나는 곳을 정리하면 Table 1과 같다.

토의 및 결론

본 연구지역은 순창에서 곡성 사이의 약 32 km 에 걸치는 섬진강 구간이며, 주변의 지형·지질을 고려하여 연구지역을 크게 상부(199~176번 측선), 중부(175~163번 측선), 하부(162~145번 측선) 등 세 구간으로 나눌 수 있다.

하도의 방향과 형태는 기본적으로 기반암의 지질 및 엽리, 절리, 지층경계, 단층 등 선구조의 분

포에 따라 달라지게 되는데, 본 연구지역에서도 이러한 경향을 잘 나타내고 있다. 순창화강암에 놓이는 상부의 하도는 대체로 곡류를 형성하고 있으며, 중부는 대강-급지 일대의 대강화강암 협곡을 지나면서 거의 직강 형태를 보이며, 남원화강암 일대인 하부에서는 다시 완만하게 곡류하게 된다.

하상 퇴적물의 분포 양상을 보면, 특징적으로 옥과천 합류부의 하류 부분(189~176번 측선)과 요천 합류부의 하류 부분(155~145번 측선)에서 조립~중립질 모래의 분포가 우세하며, 일부 구간에서는 대규모의 사주가 발달하기도 한다. 이러한 양상이 나타나는 원인으로서 옥과천과 요천 등의 지류에서 사질 퇴적물이 대량으로 공급된다는 점, 지류와 섬진강 본류와의 합류부에서 유량이 많아지고 부분적으로 유속이 떨어지게 되어 사질 퇴적물을 퇴적시키게 된다는 점 등을 들 수 있다. 또한 협곡의 하류 부분(162~159번 측선)에는 상부와 비교하여 아각상의 왕자갈~잔자갈, 그리고 극조립질 모래가 우세하게 분포하고 있는데, 이는 쇄설물이 대부분 협곡에서 유래하여 운반거리가 짧기 때문으로 파악된다. 이렇게 협곡, 옥과천, 요천 등은 퇴적물의 주요한 공급원이며, 섬진강 본류의 유속과 유량을 변화시켜 하상 퇴적물의 분포에 크게 영향을 미치는 요인으로 작용하고 있는 것으로 파악하였다.

1917년(Fig. 16, Fig. 17)과 현재의 지형(Fig. 18)을 비교해 보면, 습지와 구하도를 개간하고 인

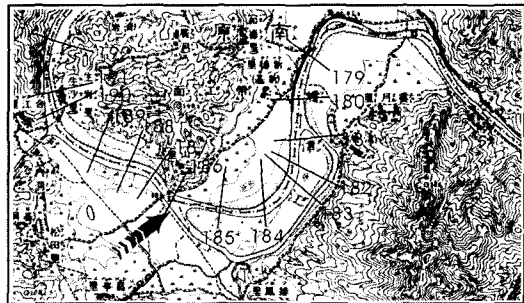


Fig. 16. Topographic map published in 1917 (cross-section No. 192~179).

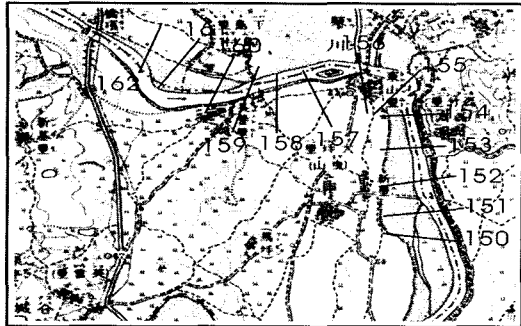


Fig. 17. Topographic map published in 1917 (cross-section No. 162~150).

공제방을 축조하여 하도를 직선으로 고정시키는 등 하천에 인위적으로 변화를 준 양상을 확인할 수 있다. 습지는 홍수류를 저장하거나 방출하여 홍수와 가뭄을 조절하는 역할을 하는데, 습지를 파괴하거나 인공제방을 쌓아 습지와 하도를 분리시키면 이러한 기능을 제대로 수행할 수 없게 된다. 이렇게 인위적으로 하도폭을 축소·고정시키면 홍수시에 홍수류가 빠져나갈 수 있는 통로(하천의 discharge capacity)가 제한되어 홍수위가 상승하게 되며, 이로 인하여 범람이 일어날 수 있게 된다 (Yin & Li, 2001). 또한 하도를 직강화하면 유속이 증가하게 되고, 유속의 증가는 침식을 일으키는 주요한 원인이 된다(Abam & Omuso, 2000). 현

재 섬진강의 하상 퇴적물에는 자갈과 극조립~중립질 모래가 우세하게 분포하며 분급도도 불량하여 비교적 유속이 빠른 하천의 전형적인 특성을 보이고 있는데(유환수 등, 2000), 이러한 현상은 하도폭 축소와 하도 직강화 및 고정, 유속의 증가 등 일련의 반응의 결과라고 할 수 있다.

1978년, 1989년, 2001년 등 10년 단위의 간격으로 조사한 하상 단면측선을 비교해 본 결과, 본 연구지역은 전체적으로 하방침식이 우세한 환경이며, 일부 구간에서는 측방침식과 함께 최심선이 제방측으로 이동하는 경향을 나타내는 것으로 파악하였다. 특히 옥과천 부근에서는 기반암이 노출되어 기반암 뜯어내기(하식) 작용도 나타나고 있으며(유환수 등, 2000), 일부 구간에서는 활주사면에서 침식이 일어난 것으로 관찰되기도 한다. 이렇게 침식이 심하게 일어나는 원인으로서 앞에서 언급한 하도폭 축소와 하도 직강화에 따른 유속의 증가, 그리고 섬진강 중류에 해당하는 본 연구구간 및 하류에 해당하는 구례-하동 등지에서 집중적으로 이루어진 골재채취 등을 꼽을 수 있다(건설부, 1989; 한국자원연구소, 1997).

유속이 빨라지면 하상과 제방 아랫부분에 침식을 가속화시키며, 이는 제방의 높이와 기울기를 높이는 효과를 가져오게 되므로 결국 제방이 파괴될 수 있는 위험성이 커진다(Simon & Li, 1982). 하

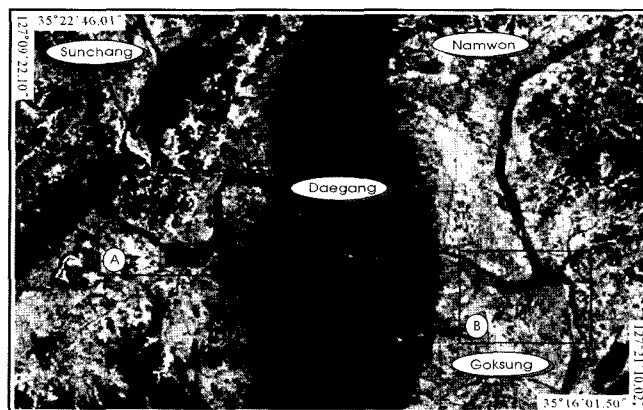


Fig. 18. Landsat TM image (2000. 5. 8.) of the study area(rectangle A for Fig. 16, rectangle B for Fig. 17).

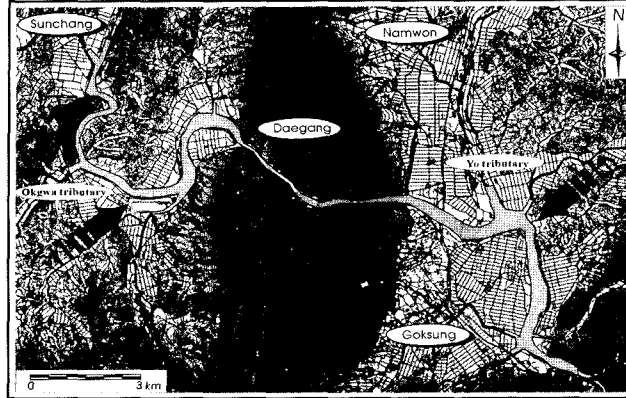


Fig. 19. Topographic map of the study area (arrows for locations of anticipated future bank failures).

상 단면측선의 분석에 의하면, 본 연구지역에서는 특히 188~187번 측선의 우안 일대와 155번 측선의 좌안 일대에서 침식이 크게 진행되고 있어 제방이 파괴되는 파제의 위험성이 큰 것으로 사료된다 (Fig. 19). 188~187번 측선의 우안에서는 5.5~6.1 m 정도의 침식이 일어났으며, 최심선이 우안의 제방측으로 접근하고 있다. 이 우안에는 구하도가 존재하고 있으며 (Fig. 16의 화살표 부분), 홍수시에는 유수의 운동에너지가 188~187번 측선의 우안으로 집중할 수 있는 높은 가능성을 보여준다. 즉, 홍수시에 우안의 제방이 파괴되면서 물줄기가 구하도를 따라 흐르게 되는 파제 위험성이 매우 높은 지형으로 해석할 수 있다. 또한 155번 측선에서는 좌안으로 5.3 m 정도가 침식되었으며, 최심선도 좌안으로 접근하고 있어 좌안의 파제 위험성이 높은 것으로 볼 수 있다. 이 두 지역은 각각 옥과천, 요천과 합류되는 지점의 하류에 해당하며, 이미 하도폭이 축소·고정되어 있으므로 홍수시에 하천의 통수능력이 부족하여 홍수위의 상승에 의한 범람이 우려되기도 한다.

본 연구에서의 파제 또는 범람 예상지역들에 대해서는 수리·수문학적인 접근이나 제방에 대한 토목공학적 평가 등 보다 종합적인 검토가 요구되며, 추후 이들 지역에 대한 관리는 타지역보다 우선되어야 할 것이다.

참고문헌

- 건설부. 1978. 섬진강 하천정비기본계획. 건설부.
 건설부. 1989. 섬진강 하천정비기본계획. 건설부.
 권성택, 이진한. 1997. 호남전단대의 운동시기에 관한 소고. 지질학회지, 33:183-188.
 김동학, 이병주. 1984. 남원도폭 지질보고서. 한국 동력자원연구소, 40 p.
 김원균, 이윤수, 원중선, 민경덕, 이영훈. 1997. 원격탐사자료와 수치표고모형을 이용한 옥천대 남서경계부의 선구조 분석 연구. 자원환경지질, 30:459-467.
 박희인. 1966. 순창 지질도폭설명서. 상공부 국립지질조사소, 29 p.
 손치무, 김수진. 1966. 창평 지질도폭설명서. 상공부 국립지질조사소, 30 p.
 송언근. 1993. 한반도 중·남부 지역의 감입곡류 지형발달. 경북대학교 박사학위논문. 138 p.
 안건상, 김성균. 1999. 한반도 남서부의 순창전단대 내에 분포하는 변성퇴적암류의 다변성작용. 자원환경지질, 32:519-535.
 유환수, 조석희, 고영구. 2000. 섬진강 유역의 하성 퇴적층에 관한 연구. 한국지구과학회지, 21:174-187.
 이영훈. 1994. 그래픽 모사기법을 이용한 하천 변

- 천의 재현과 예측. *자원환경지질*, 27:579-592.
- 이영훈, 김석중, 김태범, 이주용. 1998. 여주 부근의 남한강 하상 변동 모사. 1998년도 대한자원환경지질학회 및 대한지하수환경학회 공동 학술발표회 발표논문 요약집, 114 p.
- 이주용, 이영훈, 김석중. 1999. 하천 흐름과 하상 변동의 3차원 모사 및 예측. 동북아 광상성인 심포지움 발표논문 요약집, 210-211 p.
- 이진영, 양동윤, 김주용, 송무영, 정공수. 2000. 금강유역 하상변동 연구를 위한 원격탐사 기법 적용. *대한지질학회 2000년도 추계공동학술 발표회 초록집*, 92 p.
- 주승환, 김성재. 1986. 영남육괴 Rb-Sr 연대측정 연구 (II): 지리산 남서부 일대 화강암질 편마암 및 편마상 화강암류, KIER, KR-86-7, 7-34 p.
- 조선총독부. 1917. 한국근세지도. 조선총독부.
- 홍승호, 황상주. 1984. 구례도폭 지질보고서. 한국동력자원연구소, 1-22 p.
- Abam, T. K. S. and Omuso, W. O. 2000. On river cross-sectional change in the Niger Delta. *Geomorphology*, 34:111-126.
- Lee, K. W. and Chi, K. H. 1995. Spatial integration of multiple data sets regarding geological lineaments using fuzzy set operation. *Journal of Korean Society of Remote Sensing*, 11:49-60.
- Oya, M. 1993. *Fluvial geography*. Kokon press, Japan. 253 p.
- Savenije, H. H. G. 1995. Recent extreme floods in Europe and the USA: Challenges for the future. *Physics and Chemistry of The Earth*, 20:433-437.
- Simon, D. B. and Li, R. 1982. Bank erosion on regulated rivers. In: Hey, R. D., Bathurst, J. C. and Thorn e, C. R. (eds.) *Gravel-bed rivers*. Wiley, Chichester. 717-747 p.
- Sneed, E. D. and Folk, R. L. 1958. Pebbles in the lower Colorado River, Texas-a study in particle morphogenesis. *Journal of Geology*, 66:114-150.
- Stover, S. C. and Montgomery, D. R. 2001. Channel change and flooding, Skokomish River, Washington. *Journal of Hydrology*, 243:272-286.
- Yanai, S., Park, B. S. and Otoh, S. 1985. The Honam shear zone (South Korea): Deformation and tectonic implication in the Far East. *Scientific papers College Arts and Science, University of Tokyo*, 35:180-210.
- Yin, H. and Li, C. 2001. Human impact on floods and flood disasters on the Yangtze River. *Geomorphology*, 41:105-109.

(Accepted : 2002. 6. 19)