地理學, 第31號, pp. 32~41, 1985年 6月 30日

乃城川 上流 Bar의 形成過程*

孫 明 遠**

≪目 次≫

1. 序 論
(1) 研究目的
(2) 研究地域 및 調査方法
2. 形狀 考察
(1) '가'地域의 bar
(2) '나'地域의 bar
(3) '다'地域의 bar
3. 堆積物 考察
(1) 露頭 觀察
(2) 堆積物 分析
4. 綜合 考察
(1) 形 狀
(2) 層狀構造와 堆積物
(3) 形成過程
5. 要約 및 結論

1. 序 論

(1) 研究目的

河川에서 荷重의 量이 運搬能力의 範圍를 超過할 경우에는, 이 荷重의 一部가 河床에 堆積하게 되어 河床의 起伏을 形成·變化시킨다. 河床의 起伏 가운데 bar는 代表的인 冲積地形으로서, 河川의 堆積環境을 理解하기 위해서는 bar의 特性을 알아 보는 것이 대단히 重要하다.

우리나라의 河川은 洪水期와 渴水期가 뚜렷이 區分되므로, 이런 堆積環境에서 形成되는 bar는 自由曲流河川에서 發達하는 point bar와 相異할 것으로 思料되나 이에 대한 研究는 거의 없는 實情이다.[1)]

본 研究에서는 上流 山間地域에 發達하는 bar의 特性을 알아 보기 위하여, 河谷의 曲流度가 높고 砂礫이 풍부하여 bar의 形成과 bar의 內部構造 觀察에 有利한 조건을 갖춘 乃城川 上流地域을 擇하여, 여기에 形成된 bar의 形態的 特性과 露頭에 나타난 堆積相, bar堆積物의 分析結果 등을 土臺로 bar의 形成過程에 대하여 考察하고자 한다.

(2) 研究地域 및 調査方法

본 研究地域은 榮豊郡 平恩面 金光里 웅강(平恩橋 地點)에서 文殊面 緇門里 돌내(西川과의 合流地點)까지로써, 乃城川에서 河谷의 山地蛇行이 가장 심한 곳이다(그림 1).

乃城川의 上流는 中生代 쥬라紀에 貫入한 大寶花崗岩을 기반으로 하는 영주분지의 북부를 南流하고, 본 地域에서는 先캠브리아紀의 小白山片麻岩復合體 中에서 長石을 많이 포함하는 粗粒質의 片岩(schist)[2)]地域 주변부를 山地蛇行한다. 中·下流는 左側의 화강암지역과 右側의 片岩地域 사이의 경계를 따라 西南流한다.

---

* 본 論文은 서울大 碩士學位論文을 修正, 補完, 要約한 것임.
** 서울大學校 大學院 博士過程.
본 論文을 指導해 주신 朴東源 敎授님과 많은 助言을 해 주신 金相昊 敎授님께 感謝를 드립니다.

1) 우리 나라 河川의 中流地域에 形成된 bar에 關한 研究는 다음의 것이 있다.
孫一, 1983, "河道變遷에 依해 形成된 河岸堆積地에 關한 研究—榮山江 中流를 對象으로—," 서울大學校 大學院, 碩士學位論文, pp. 1-45.

2) 朴東源, 姜必鍾, 1977, "河系網과 地質構造線의 關係에 對한 研究," 駱山地理, 第四號, p. 13.
國立地理院, 1980, 韓國地誌(總論), p. 157.

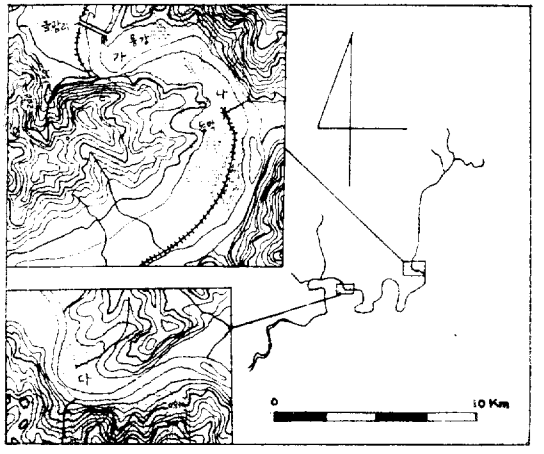


그림 1 研究地域

乃城川의 上流地域은 年降雨量 1,000~1,200 mm로 多雨地域에 屬하나[3], 降雨의 季節的 偏重이 심하여 집중호우로 인한 洪水時에는 水位가 급속히 증가하고 尖頭洪水期間(peak flood duration)이 짧다. 또한 渴水期는 비교적 長期間이며 30~40cm의 水位를 유지한다. 이런 流況特性으로 볼 때 flash flow[4]와 類似하다.

본 地域에서 河道曲率度는 약 1.13이며, 河道의 形狀係數(河幅/水深)는 50~100이다. 乃城川의 平均河道傾斜는 0.124°이며, 본 地域에서는 0.098°이다. 그리고, 冲積層은 4~7.4m에 달한다.[5]

現地踏査(1983.5~10, 1985.4; 渴水期)를 通하여 bar의 發達이 현저한 3個地域을 선택하였다(〈그림 1〉에서 '가', '나', '다'). bar의 全體的인 形狀을 알아 보기 위하여 渴水時 各 bar의 平面圖와 斷面圖를 作成하였으며, 露頭에 나타난 堆積相을 觀察하여 河岸에 接한 bar와 河中 bar의 層狀構造를 비교하였다.

各 bar에서 堆積物의 垂直的 粒度分布狀態를 알아 보기 위하여 bar의 下流部에서 boring을 하였으며, 每 30cm 間隔으로 sample을 채취하여 dry-sieving[6]한 結果를 土臺로 平均粒徑(mean size), 分級(sorting), 歪度(skewness), 尖度(kurtosis) 등을 調査하였다.

2. 形狀 考察

(1) '가' 地域의 bar

〈그림 1〉에서 '가' 地域의 bar는 1983年 踏査에서는 形狀이 미미하였으나, 1985年 답사 때에는 현저한 발달을 보여준다.

流上面(stoss side)은 河床에서 延長되는 平坦한 斜面을 이루나, 流下面(lee side)은 침식으로 인하여 本來의 形狀이 파괴되었다. 그리하여 波頂線(crestline)은 流向에 斜線方向으로 曲線形態를 가지며, 流下面은 安息角(angle of response)을 이루고 있다. 上流部 外緣(upstream edge)은 河床과 區分이 어렵고, 中部 外緣(middle edge)은 침식으로 인하여 斷崖를 形成한다(〈그림 2〉의 I).

上流部는 河床에서부터 연속으로 礫이 피복되어 있고, 上流部에서 中部 外緣으로 向하여 半圓狀으로 礫이 堆積되어 있다. 또한, 단애의 基底部에는 礫이 연속으로 堆積되어 있다.

'가' 地域 bar의 이런 形狀은 他地域 bar에서도 보편적으로 나타난다.

(2) '나' 地域의 bar

동호橋 아래에 위치한 '나' 地域의 bar는 두번의 답사기간 동안에 그 형상이 매우 변하였다. 주로 변한 것은 波頂線이며, bar의 下流部(down-

3) 慶尙北道, 1976, 慶北地方의 河川計劃을 爲한 水文量決定에 關한 硏究 報告書, p. 15.

4) Goodwin, C.N. and J.R. Steidtman, 1981, "The convex bar: member of the alluvial channel side bar continuum," *Jour. Sedi. Petro.*, Vol. 51, p. 129.
작은 流域을 가진 건조지방의 河川에서 短期間에 많은 降雨가 있을 때 局地的인 급격한 洪水가 발생하는 河川을 flashy stream이라 하며, 그것의 流況特性을 flash flow라고 한다.

5) 慶林部 地下水開發公司, 1969, 地下水調査報告書(慶北編), pp. 688-726.

6) King, C.A.M., 1966, *Techniques in Geomorphology*, Edward Anold Ltd., pp. 273-291.
bar의 構成粒子가 거의 sand size이므로 3ϕ 이하와 −2ϕ 이상은 하나로 구분하여 dry-sieving하였다. phi Median(Mdϕ)=ϕ_{50}, phi Mean (Mϕ)=1/2 ($\phi_{16}+\phi_{84}$), phi Sorting ($\sigma\phi$)=1/2 ($\phi_{84}-\phi_{16}$) phi Skewness (γ_ϕ)=(Mϕ−Mdϕ)/$\sigma\phi$, phi Kurtosis (β)={1/2 ($\phi_{95}-\phi_5$)}/σ_ϕ.

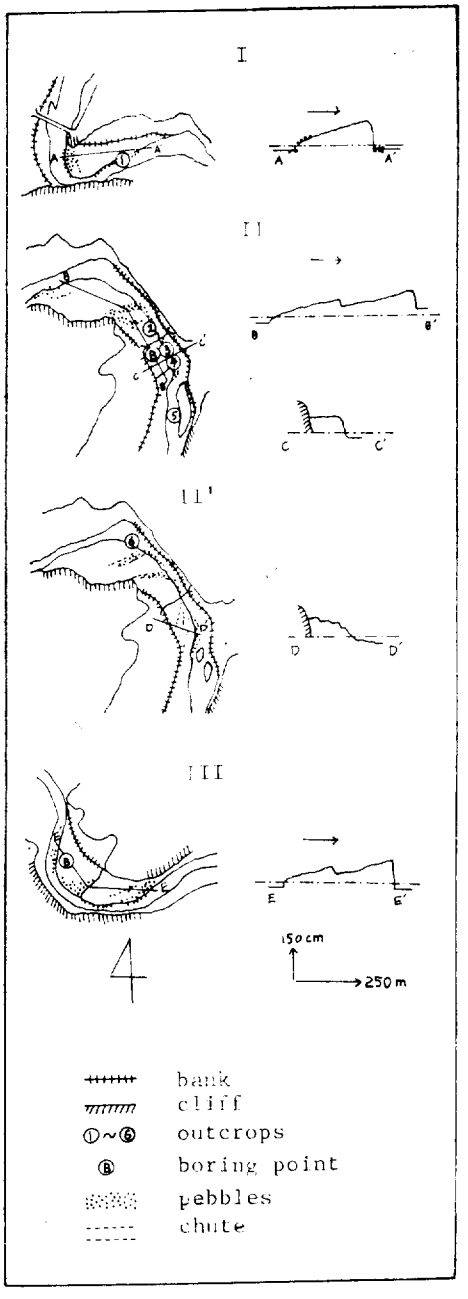


그림 2 各 bar의 平面圖와 斷面圖

Ⅰ; '가'地域의 bar(1985年)
Ⅱ; '나'地域의 bar(1983年)
Ⅱ'; '나'地域의 bar(1985年)
Ⅲ; '다'地域의 bar(1983年)

stream part)가 심히 침식되었음을 알 수 있다. (〈그림 2〉의 Ⅱ, Ⅱ').

〈그림 2〉의 Ⅱ에서 波頂線은 多少 不規則하게 流向에 垂直方向으로 形成되어 있는데 반하여, Ⅱ'에서는 流向에 斜線方向으로 形成되어 있다. 그리고, Ⅱ에서의 bar는 下流의 bar위에 積載되어 있는데 대해, Ⅱ'에서는 粒粗質과 微粒質이 波浪狀의 起伏을 形成하고 있다.

其他의 形狀은 '가'地域의 bar와 類似하므로 略하기로 한다.

(3) '다'地域의 bar

'다'地域에는 2個의 bar가 연속으로 發達하고 있다. 上流의 bar는 波頂線이 多少 不規則하게 流向에 垂直方向으로 形成되어 있으나, 下流의 bar는 심한 침식을 받아 流向에 斜線方向으로 曲線形態를 띠고 있다(〈그림 2〉의 Ⅲ).

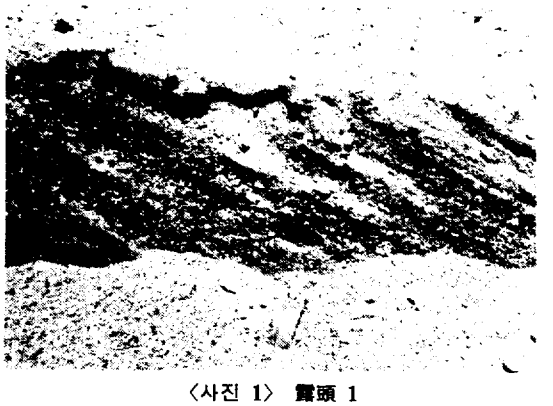
上流 bar의 下流部에는 ripple이 形成되어 있고, 上流 bar에서 下流 bar로 이어지는 곳에는 chute와 많은 礫의 피복이 있다. 그리고, 上流 bar에 形成된 chute의 末端部에 放射型으로 發達된 chute bar가 下流 bar의 上流部에 얹혀 있다.

3. 堆積物 考察

(1) 露頭 觀察

① 露頭 1~'가'地域 bar의 波頂線 中間地點에 위치한 露頭 1(사진 1)은 1985年 4月에 나타난 것이다. 水位는 30cm 정도이고, 露頭高度는 40~120cm이다.

이 層狀構造에서 層理(bedding plane)는 直線形態를 띠며, 잘 分級된 粒粗質과 微粒質이 互層을 이룬다. 또한, pebbles은 層理를 따라 均等한 分布를 보인다.



〈사진 1〉 露頭 1

〈사진 2〉 露頭 1′

〈사진 4〉 露頭 3

〈사진 3〉 露頭 2

〈사진 5〉 露頭 4

그러나, 露頭 1보다 上流쪽으로 4m 떨어진 露頭 1′(사진 2)에서, 層理는 上向凹形을 띠며 粗粒質과 微粒質이 互層을 이룬다. 또한 이 斜層理 위에는 粒粗質과 微粒質이 互層으로 planar laminae를 形成한다. 그리고, pebbles은 層理를 따라 散在해 있다.

② 露頭 2～'가'地域 bar의 中部에 위치한 露頭 2(사진 3)는 1983年 9月 水位가 70cm 정도일 때 高度 70cm로 形成되었다.

이 層狀構造에서 層理와 層境界面(truncation plane or erosional surface)은 약간의 上向凹形을 보이며, 層境界面은 large X-stratification을 이루고 있다. 이 trough cross-bedding[7]에서 set의 幅은 15～20cm이며, 粗粒質은 set의 윗부분에 局限된다.

③ 露頭 3～露頭 2에서 下流로 10m 떨어진 露頭 3(사진 4)은 高度가 120cm이다.

本 露頭에서 아랫부분의 40～50cm에 trough cross-bedding이 나타나고, 層境界面은 下流로 갈수록 平行하게 上向凹形을 보인다. 또한 set의 아랫부분에서 層理는 더욱 tangential[8]하여 下流가 上流보다 높다. 이 trough cross-bedding 위

7) Blatt, H., G. Middleton and R. Murray, 1972, *The Origin of Sedimentary Rocks*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, p. 113.
Frazier, D.E. and A. Osanik, 1961, "Point-bar deposits, Old River Locksite, Louisiana," *Gulf Coast Assoc. Geol. Societes Trans.*, Vol. 11, pp. 127-133.
trough cross-bedding을 festoon cross-bedding이라고 했다.

8) Harms, J.C., D.B. Mackenzie and D.C. Mecubbin, 1962, "Stratification in modern sands of the Red River, Rouisiana," *Jour. of Geol.*, Vol. 71, p. 571.
層理와 層境界面이 接하는 形狀에 따라 angular(銳角), tangential(接線), concave(凹形) 等으로 區分한다.

〈사진 6〉 露頭 5

〈사진 7〉 露頭 6

에는 두께 15cm 정도의 ripple cross-laminae[9]가 形成되어 있다.

④ 露頭 4～'가' 地域 bar에서 外緣의 最下流에 위치한 露頭 4(사진 5)는 高度가 130cm 내외이다.

露頭의 40～80cm에 나타난 層狀構造에서 層境界面은 서로 平行하며 平坦하고, 層理는 set의 윗부분에서 30°～35°의 傾斜를 가지며 아랫부분에서는 下流로 갈수록 tangential하여, 全體的으로 tabular cross-bedding[10]에 屬한다.

⑤ 露頭 5～1983年 답사에서 나타난 露頭 5(사진 6)는 河中의 bar가 低水位時 水流에 依해 침식되면서 形成된 것이다. bar의 길이는 약 300m이며, 高度는 100cm 정도이다. bar의 4/5 地點에 있는 본 露頭의 層狀構造에서, 상류부분의 下部는 대규모의 trough cross-bedding이 형성되어 있으며 上部는 平坦한 planar-laminae가 보인다. 그러나, 下流로 오면서 trough cross-bedding은 사라지고 tabular cross-bedding이 나타나며, 그 위에 planar-laminae가 얹혀 있다.

斜層理에서 粗粒質과 微粒質은 互層을 이루며 pebbles이 層理를 따라 散在해 있다. 이 露頭의 基底部에는 礫이 연속으로 堆積되어 있다.

⑥ 露頭 6～'가' 地域의 bar가 變形되면서 1985年 4月에 나타난 露頭 6(사진 7)은 高度 60cm를 보이고 있다. 본 露頭의 層狀構造에서, 下部의 2/3는 粗粒質과 微粒質이 互層을 이루는 層理를 가진 tabular cross-bedding이 形成되어 있다. 또한 이 윗부분에는 平坦한 層境界面을 이루는 planar-laminae가 보인다. pebbles은 層理를 따라 散在하며, 露頭의 基底部에는 礫이 연속으로 堆積되어 있다.

(2) 堆積物 分析

'나'와 '다' 地域의 bar에서 한 地點씩 선택하여 boring하였으며, set의 平均 깊이에 따라 30cm 間隔으로 標品을 채취하여 dry-sieving하였다(그림 3, 4).

各 bar에서 平均粒徑과 profile을 살펴보면, '나' 地域의 bar에서는 깊이에 따라 약간의 변화를 보이나 뚜렷한 傾向은 나타나지 않는다. '다' 地域의 bar에서 平均粒徑은 150cm 깊이부터 그 變化幅이 줄어들고 上向細粒現象(fining-upward)이 약간 나타난다.

堆積營力이 서로 다른 堆積物에서는 平均粒徑, 分級, 歪度 等에 따라 堆積環境이 같은 sequence로 區分이 可能하다[11]고 한다. 이런 事實에 依해 歪度와 尖度를 기준으로 bar物質과 河床物質을 區分하여 보면, 平均粒徑과 分級에서는 그 境界가 明確하지 못하다.

9) Allen, J.R.L., 1970, *Physical Procesess of Sedimentation*, George Allen & Unwin Ltd., pp. 75-80.

10) Blatt, H., G. Middleton and R. Murray, 1972, *op. cit.*, p. 113.
層境界面의 形狀에 따라 tabular(平行), wedge-shaped(쐐기 모양), trough (large X-stratification) 등으로 區分한다.

11) Visher, G.S., 1965, "Use of vertical profile in environmental reconstruction," *Bull. Amer. Petro.*, Vol. 49, No. 1, p. 43.

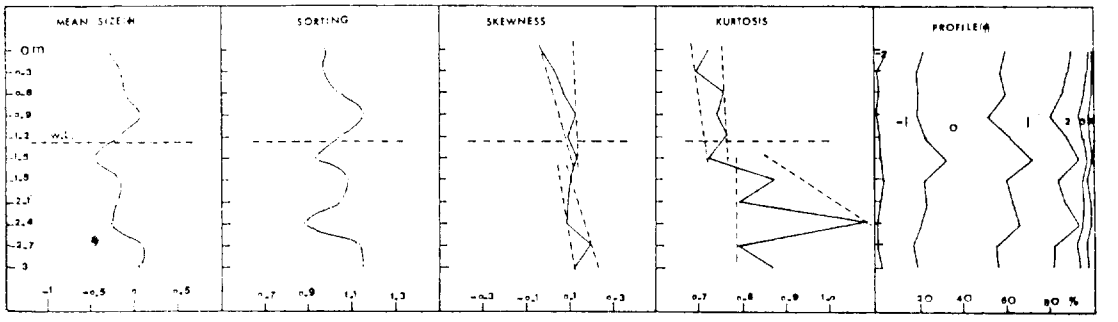


그림 3 '나' 地域 bar의 粒度垂直分布

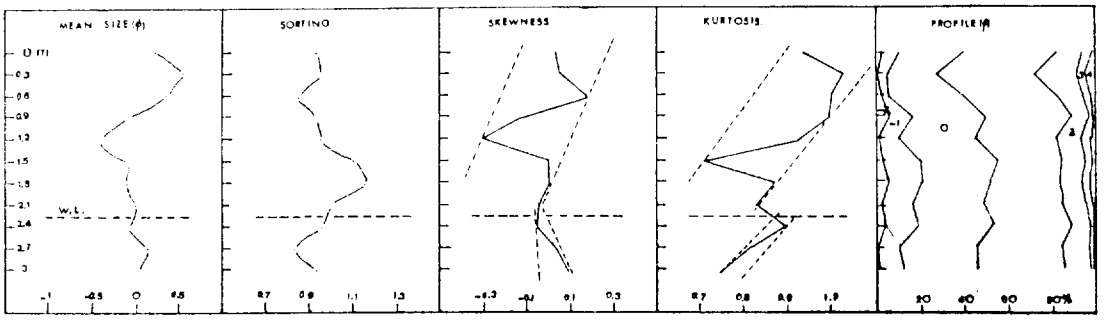


그림 4 '다' 地域 bar의 粒度垂直分布

4. 綜合 考察

(1) 形 狀

본 地域에서 bar의 流上面은 河床에서 연장되는 平坦한 斜面(0.137°~0.470°)을 이루고, 流下面은 斷崖에 가까운 凸形斜面을 나타낸다. bar의 이런 形態는 transverse bar[12], point dune[13], delta[14] 等의 縱斷面과 類似하다.

bar의 流下面이 水流와 接하는 경우에는 流下面이 심히 파괴되어 있으나, 다른 bar위에 積載되어 있는 경우(〈그림 2〉의 Ⅱ, Ⅲ)에는 流下面이 本來의 形狀을 유지한다. 이때의 波頂線은 水流와 垂直方向으로 多少 不規則한 直線形態를 나타내며, 이는 bar가 河道의 全般에 걸쳐 同一한 速度로 移動하는 mechanism에 의해 形成되었음을 나타낸다. 또한, 水流로부터 보호를 받으나 波頂線이 水流에 대해 斜線方向으로 形成된 경우(〈그림 2〉의 Ⅱ′)에는 河道의 中心部보다 堤防에 接한 部分이 앞서 移動하는 mechanism에 의한 것이다.

河床에서 bar의 上流部로 연속되는 礫의 피복이 있으며, bar의 上流部에서 中部外緣으로 向하여 半圓狀을 나타내는 얕고 넓은 chute의 基底部에도 礫이 堆積되어 있다.

이들 形狀들로 보아 bar의 全體形狀을 形成한 mechanism은 transverse bar(그림 5)인 것으로 思料된다. Sundborg (1956)[15]에 의하면, trans-

12) Smith, N.D., 1974, "Sedimentology and bar formation in the upper King Horse River, a braided outwash stream," *Jour. of Geol.*, Vol. 82, p. 218.

13) Hickin, E.J., 1969, "A newly-identified process of point-bar formation in natural stream," *Am. Jour. of Sci.*, Vol. 267, p. 1005.

14) Jopling, A.V., 1965, "Hydraulic factors controlling the shape of laminae in laboratory deltas," *Jour. Sedi. Petro.*, Vol. 35, No. 4, p. 786.

15) Sundborg, Å, 1956, "The river Klaralven—A study of fluvial processes," *Greografiska Annaler*, Vol. 38, p. 211.

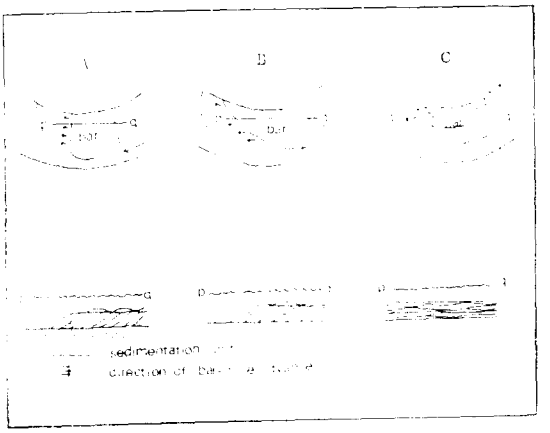


그림 5 transverse bar의 移動方向에 關한 bedding geometry의 model[16]

verse bar의 形狀과 크기는 水深의 영향이 크다고 하였다. 即, transverse bar의 上流에서는 약간의 傾斜를 가지므로 流速과 牽引力(tractive force)이 증가하여 증가되는 荷重을 운반할 수 있으나, 流路의 變化없이는 그 傾斜로 因해 形成되는 bar의 길이와 높이의 限界値를 벗어나지 못하므로 bar의 表面은 거의 水平에 도달하게 된다는 것이다. 본 地域의 bar는 洪水가 쇠퇴하면서 transverse bar에 의해 堆積되다가, 水位가 낮아지던 水流가 波頂線을 넘지 못하고 中部 外緣으로 方向을 바꾸면서 chute를 形成했다. 그리고, chute에서는 高水位時에 堆積된 bar物質에서 高水位時와 低水位時의 速度逆轉(velocity reversal)[17]에 의해 低水位時에 細粒物質은 제거되고 礫만 남은 것이다. 이런 transverse bar가 形成되는 것은 河道의 形狀係數가 크고 流量의 變動幅이 크므로 급격한 洪水時에 2次的 흐름(secondary flow)이 抑制 내지 相殺되기[18] 때문이다. 또한 低水位時에는 水流가 分岐되고 各 分流는 自由蛇行하므로, 이 分流의 最深河床線(thalweg)이 bar의 外緣에 接하면 外緣을 침식하고 運搬能力의 不足으로 粗粒物質은 堆積된다.

(2) 層狀構造와 堆積物

露頭 2에서 알 수 있듯이 bar의 上流部는 trough cross-bedding이 形成되어 있다. 이런 斜層理는 dune의 移動에 의한 scour-fill이 主 mechanism이다.[19] 即, dune의 crest가 直線形이 아닌 경우에, dune의 crest로 운반되는 物質이 dune의 前面(front)에서 avalanching함으로써 發生하는 dune의 移動보다 流向과 平行한 scour의 長軸이 앞서 이동함으로써 層理와 層境界面이 上向凹形으로 된다. 이때 dune의 前面에 eddy가 發生함에 따라 bottom current가 形成되는데, 이 bottom current에 의한 選擇的 分級(selective sorting)이나 細粒物質의 相對的 不足에 의해 粗粒物質은 비교적 傾斜가 급한 set의 윗부분에 局限되어 있다.[20] 그러나, 下流로 갈수록 層境界面은 平坦해지고 層理는 set의 아랫부분에서 더욱 tangential해진다. Jopling (1965)[21]에 依하면 tangentiality (toeset volume/foreset volume)는 sediment type, 流量, sediment運搬率, 流速, 水深, basin 깊이, energy傾斜, 河床의 牽引力, 水溫, 浮游荷重과 河床荷重의 比, 細粒物質의 濃度 等에 의해 決定된다고 한다. 이런 점으로 볼 때 下流로 갈수록 scour는 얕고 길게 파이며, dune은 점차 弱化되어감을 알 수 있다.

bar의 最下端部에는 tabular cross-bedding이 形成되어 있다(露頭 1, 4, 6). 이런 斜層理는 河床荷重이 bar의 前面에서 avalanching함으로써 形

16) Beutner, E.C., L.A. Fleuckinger and T.M. Gard, 1967, "Bedding geometry in a Pennsylvanian channel sandstone," *Geol. Soc. Amer. Bull.*, Vol. 78, pp. 913-914.

17) Keller, E.A., 1971, "Areal sorting of bed-load material: the hypothesis of velocity reversal," *Geol. Soc. Amer. Bull.*, Vol. 82, pp. 753-754.

18) MeGowen, J.H. and L.E. Garner, 1970, "Physiographic and stratification type of coarse-grained point-bars: modern and ancient examples," *Sedimentology*, Vol. 14, pp. 85-86.
chute의 形成時 대부분의 粗粒質荷重이 chute로 운반된다.

19) Leopold, L.B., M.G. Wolman and J.P. Miller, 1964, *Fluvial Processes in Geomorphology*, W.H. Freeman and Company, pp. 222-225.
Blatt, H., G. Middleton and R. Murray, 1972, *op. cit.*, pp. 129-136.

20) Frazier, D.E. and A. Osanik, 1961, *op. cit.*, p. 135.

21) Jopling, A.V., 1965, *op. cit.*, p. 778.

成되는 encroachment堆積[22]이다. 即, bar위에서 移動하는 dune이나 ripple이 bar의 前面에서 avalanching함으로써, dune이나 ripple에 의해 分級된 粗粒質과 微粒質이 互層을 이루며 bar의 前面에 foreset laminae를 形成하여 bar는 前進하는 것이다(그림 6). 이렇게 形成되는 laminae의 두께는 foreset의 길이와 surface bed forms (bar 위에 積載된 dune, ripple 等)의 크기에 비례한다.[23] 또한 層理의 傾斜가 다른 것은 bar의 前面의 前進하는 方向이 變하고 있음을 시사한다.

대체로 이런 層狀構造의 上部에는 平坦한 planar laminae가 形成되어 있다. 水位가 점차 감소함에 따라 dune은 ripple로 弱化되고, 結局 ripple도 소멸되어 平坦하게 laminae가 形成된 것으로 思料된다. 이는 1985年의 '나'地域 bar와 '다'地域 bar 위에 形成된 ripple mark로써 알 수 있다.

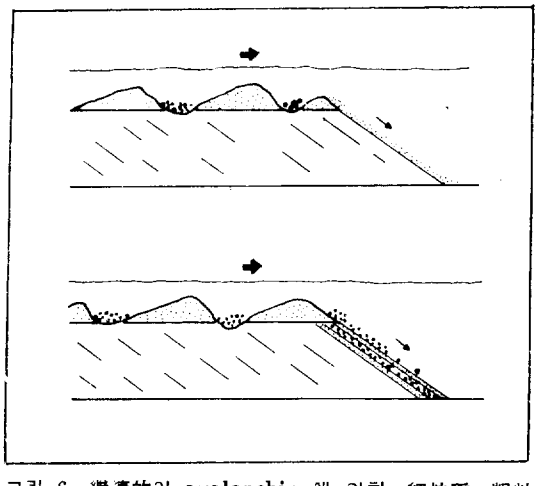


그림 6 繼續的인 avalanching에 의한 細粒質·粗粒質 層理의 起原[24]

以上의 bar에 形成된 層狀構造는 河中 bar에 나타난 層狀構造와 매우 類似하다. 대체로 河中 bar에서는 層理中에서 topset이 잘 보존된 데 反하여, 河岸에 接한 bar에서는 toeset이 잘 유지되고 있다.

본 地域의 bar堆積物의 分析結果를 살펴보면 粒度의 垂直分布에서 어떤 變化의 傾向도 明確하지 못하다. 또한, bar 堆積環境과 河床物質의 堆積環境이 類似하다. 이는 bar의 形成時 水位가 급증할 때 scour의 發達에 의한 堆積物의 攪亂이 상당한 깊이[25]까지 이루어졌음을 나타낸다. 그리고, 網狀河川에서 發達하는 braid bar의 特徵이기도 하다.

(3) 形成過程

運搬能力이 큰 短期間의 급격한 洪水時에 많은 砂礫物質이 운반된다. 이 砂礫物質은 水位가 감소할 때 堆積되기 始作하여, 高水位時 계속 沈水狀態에 있던 bar는 水面에 이르기까지 垂直成長(vertical accretion)하게 된다. 이때 主된 運搬 mechanism은 여러 形態의 transverse bar이다. 그러므로, bar의 前面에서는 avalanching이 일으나 tabular cross-bedding이 形成되고, 流上面과 流下面은 비대칭적인 形狀을 나타낸다. 그러나, 이 transverse bar에는 dune이나 ripple이 얹혀 移動함으로써 bar의 一部를 開析하면서 trough cross-bedding을 이룬다. dune이나 ripple은 점차 下流로 移動함에 따라 弱化되어 결국 bar의 前面에서 avalanching한다.

水位가 낮아지면 水流가 波頂線을 넘지 못하므로 外線으로 方向을 바꾸면서 細粒質을 脫去시키므로 chute에는 粗粒質만이 남아 있게 된다. 그리고, 水位가 더욱 낮아져 水流가 分岐되면,

22) Blatt, H., G. Middleton and R. Murray, 1972, *op. cit.*, pp. 114-115.
堆積의 主된 mechanism에 따라, ① sedimentation(浮游狀態에서 堆積), ② accretion(運搬能力의 變化에 依한 河床荷重의 堆積), ③ encroachment(장애물의 lee side에 堆積) 등으로 區分한다.

23) Smith, N.D., 1972, "Some sedimentological aspects of planar cross-stratification in a sandy braided river," *Jour. Sedi. Petro.*, Vol. 42, No. 3, p. 625-627.

24) Ibid., p. 626.

25) Lattman, L.H., 1960, "Cross-section of flood plain in a moist region of moderate relief," *Jour. Sedi. Petro.*, Vol. 30, No. 2, p. 281.
Inglis, C.C. (1949, The behavior and control of rivers and canals: Central Water-Power Irrigation and Navigation Res. Sta., Power Res. Bull., No. 13, p. 486)는 平衡河川은 水深의 1.75~2배 깊이까지 scour할 수 있다고 했다.

各 分流는 自由蛇行하게 되고, 이때 分流의 最深河床線이 bar의 外緣과 接하면 bar의 外緣을 침식하여 斷崖를 形成한다. 또한 斷崖의 基底部에는 礫들이 運搬되지 못하여 연속으로 堆積되어 있다.

以上에서 본 바와같이 bar의 全體的인 形狀은 transverse bar에 의해 形成되었으며, 이런 transverse bar는 網狀河川에서 잘 發達한다. 그리고, 短期間의 急激한 洪水와 長期間의 渴水期이라는 流況特性(flash flow)을 잘 反映한다. 그러므로 본 地域의 bar는 braid bar로 思料된다.

5. 要約 및 結論

본 地域에 形成된 bar의 形成過程은 다음과 같다.

① bar는 高水位時 transverse bar의 移動으로 因하여 形成되며, dune과 ripple이 bar 위에 積載되어 移動하므로 bar의 內部構造가 開析된다.

② 水位가 낮아지면서 波頂線을 넘지 못하는 水流는 外緣으로 方向을 바꾸고 細粒質을 脫去시켜, chute에는 粗粒質만 堆積된다.

③ 水位가 더욱 낮아져 渴水期가 되면 水流는 分岐되고 各 分流는 自由蛇行을 하게 된다. 이때 分流가 bar의 外緣과 接하는 경우에는 bar의 外緣을 침식시켜 斷崖를 形成하고, 礫들만 斷崖의 基底部에 堆積하게 된다.

그러므로, 본 研究地域에 形成된 bar는 flash flow에서 形成된 braid bar인 것으로 思料된다. 앞으로 이 地域에 對한 더 많은 研究가 있어야 할 것이다.

A Geomorphological Study on Fluvial Bar at Upper-Naesung Stream

Myung-Won Son*

Summary

1. To elucidate the processes of bars, this study tries to investigate the forms, the sedimentaicy facies, and the vertical distribution of grain size of bars which have been formed at Upper-Naesung stream (Pyungun Bridge~ Dolnae).

2. In this study, I analyze plans, cross-sections of bars, and sedimentary facies of outcrops to deduce processes.

And I analyze the vertical distributions of grain size of bars (mean size, sorting, skewness, kurtosis, profile).

3. The processes of bars formed in this study area are as follow;

① Bars are formed by migrating of transverse bar at extreme flood, and their intra-structure are dissected by the moving of dunes and ripples superimposed on bar.

② The water level lowering, flows which don't reach crest-line change their channels to the edge of bar and remove fine materials, and that in chute are deposited coarse materials.

③ At the lower water level, flows are diverted and each tributary flows meander free. In case that tributary flows meet the edge of bar, they erode the edge of bar, form scarp, and result in the pebble deposition at the base of the scarp.

Bars in this study area are braid bars which are formed in flash flow, and their depositional mechanism is a transverse bar.

Geography, Korean Geographical Society, No. 31, pp. 32-41, 1985.

* Ph.D. Course, Seoul National University.