

# KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU XÓI LỞ BỜ SÔNG HỒNG KHU VỰC THÀNH PHỐ LÀO CAI

NGUYỄN ĐĂNG TÚC, NGUYỄN VĂN HƯƠNG

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thành phố Lào Cai nằm ở hai bên bờ sông Hồng, đang được quy hoạch và xây dựng. Nơi đây có cửa khẩu Quốc tế, khu thương mại Lào Cai. Các tuyến đường giao thông : đường sắt Hà Nội - Lào Cai, quốc lộ 4D và đường Hoàng Liên ; đường cao tốc Hà Nội - Lào Cai đang được thi công. Các công trình này đều nằm ở hai bờ sông Hồng, vì vậy, xói lở bờ sông Hồng gây ảnh hưởng rất lớn đến cuộc sống của nhân dân địa phương và sự phát triển giao thông, công nghiệp, nông lâm nghiệp, du lịch của thành phố Lào Cai.

Để xác định nguyên nhân, cơ chế gây xói lở bờ sông Hồng thuộc thành phố Lào Cai, chúng tôi đã thu thập, phân tích tài liệu địa chất, kiến tạo, trầm tích, khoan, địa chấn khúc xạ, địa chất công trình, địa chất thủy văn ; sử dụng chuỗi số liệu đo tốc độ dòng chảy liên tục trên mặt cắt ngang trạm thủy văn Lào Cai (phía hạ lưu cầu Cốc Lếu khoảng 300 m) trong thời kỳ mùa lũ, nhằm phân tích những diễn biến chế độ thủy văn - thủy lực sông ngòi trong những năm gần đây liên quan tới quá trình xói lở ; phân tích ảnh máy bay, ảnh vệ tinh và khảo sát thực địa, nhằm xác định địa hình đáy sông, đánh giá sự phân bố các loại trầm tích đáy sông, đặc tính lòng dẫn, các yếu tố thủy - thạch động lực và vai trò của chúng trong quá trình xói lở bờ sông Hồng ở khu vực nghiên cứu.

## II. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 1. Hiện trạng xói lở bờ sông Hồng

a) Xói lở hai bờ sông đoạn từ ngã ba sông Nậm Thi đến cầu Phố Mới

- *Đặc điểm địa hình nơi xảy ra xói lở* : khu vực xói lở nằm trên địa hình thềm tích tụ khá bằng phẳng có độ cao so với mực nước biển 90 - 100 m.

Thềm sông bờ phải sông Hồng được cấu tạo chủ yếu bởi trầm tích Đệ Tứ bờ rời với thành phần là sỏi, sạn, cát, sét có nguồn gốc sông và sản phẩm phong hoá từ đá trầm tích Neogen. Thềm sông bờ trái sông Hồng cấu tạo chủ yếu bởi trầm tích bờ rời với thành phần chủ yếu là cát, sét có nguồn gốc sông aQ<sub>IV</sub>.

- *Diễn biến* : hàng năm ở hai bên bờ sông Hồng từ cầu Cốc Lếu đến cầu Phố Mới đều xảy ra xói lở mạnh. Kè bê tông bờ phải từ ngã ba sông Hồng - sông Nậm Thi đến cầu Phố Mới đã hoàn thành, kè bê tông phía bờ trái sông Hồng vẫn đang tiếp tục thi công.

- *Xu thế* : đoạn này đã được xây dựng kè bê tông, cho nên hiện tượng xói lở hai bờ sông Hồng đã dịch chuyển về phía hạ lưu. Vị trí xói lở mạnh nhất và gần nhất là khu vực trường học xã Vạn Hoà.

b) Xói lở bờ sông đoạn từ khu vực trường học xã Vạn Hoà đến Ngòi Xum

- *Đặc điểm địa hình nơi xảy ra xói lở* : khu vực xói lở nằm trên địa hình thềm tích tụ khá bằng phẳng. Thềm sông được cấu tạo chủ yếu bởi trầm tích bờ rời với thành phần chủ yếu là cát, sét có nguồn gốc sông aQ<sub>IV</sub>.

- *Diễn biến* : sau khi xây kè bê tông phía thượng lưu, vị trí này liên tục bị xói lở với tốc độ rất nhanh, ước tính khoảng 10 m/năm. Khu vực xói lở kéo dài phương tây bắc - đông nam khoảng 150 m, cao trung bình 3 m, đôi nơi cao đến 5 - 6 m, ăn sâu vào bờ khoảng 1 m, vách dốc gần thẳng đứng (70-80°). Phía trên là ruộng lúa, cây ăn quả lâu năm và hoa mầu, đặc biệt có trường học ở gần sát vị trí xói lở.

- *Xu thế* : vẫn đang có xu thế tiếp tục xói lở, đặc biệt vào mùa mưa dòng chủ lưu chảy vào bờ sông.

Ngoài ra, xói lở còn xảy ra mạnh mẽ ở các khúc uốn của bờ sông, như khúc uốn ở bờ trái sông Hồng,

phía trên cửa Ngòi Xum, cách đường sắt Hà Nội - Lào Cai khoảng 4 m hoặc xói lở ở khúc uốn bờ phải sông Hồng, phía dưới cửa Ngòi Đum.

## 2. Các yếu tố liên quan đến xói lở bờ sông Hồng

### a) Yếu tố địa mạo

Yếu tố địa mạo liên quan đến xói lở ở hai bờ sông Hồng quan trọng nhất là độ dốc bờ sông. Ở các khu vực xói lở, bờ sông đều có độ dốc lớn. Chúng thường có hai dạng mặt cắt: 1) bờ sông ở phía trên mặt nước (tiếp giáp với sườn núi) có góc dốc 30-35°, phần dưới mép nước có góc dốc 45 - 55°; 2) bờ sông phía trên mặt nước có độ dốc lớn (60 - 85°), cao trung bình 4 - 5 m, có nơi đến 6 - 7 m và sườn đáy sông có độ dốc 45 - 50°.

Xem xét các điểm xói lở bờ sông Hồng ở thành phố Lào Cai cho thấy, xói lở ở khu vực Ngòi Xum, nơi có đường sắt Hà Nội - Lào Cai chạy qua, có mặt cắt bờ sông thuộc kiểu 1 và khu vực xói lở thêm sông bậc 1 khu vực Phố Mới, xã Vạn Hoà có mặt cắt bờ sông thuộc kiểu 2.

Với độ dốc lớn như trên, bờ sông rất dễ bị xói lở, kể cả mùa nước kiệt.

### b) Yếu tố địa chất

#### ① Thành phần vật chất

- Đất bờ sông khu vực xói lở là đất cát pha sét, đất sét màu nâu, nâu sẫm, dạng dẻo ướt và đất phong hoá bờ rời; bề dày theo số liệu địa chấn khúc xạ khoảng 7 - 8 m [3]. Còn ở thêm bậc 1 sông Hồng chủ yếu là cát hạt trung, cát pha sét, màu nâu sẫm.

- Trầm tích tầng mặt lòng dẫn sông Hồng đoạn thành phố Lào Cai, gồm:

Cát hạt trung: có đường kính trung bình (Md) đạt 0,3 - 0,4 mm, phân bố chủ yếu ở hai đầu khu vực đoạn bờ đang bị xói lở.

Cát hạt nhỏ: có đường kính trung bình (Md) 0,22 - 0,26 mm, phân bố chủ yếu ở hai đầu bãi bồi nổi giữa lòng sông.

Bột: trầm tích bột phân bố rộng ở trong lòng dẫn. Đường kính trung bình cấp hạt nằm trong khoảng 0,01 - 0,1 mm thể hiện vai trò động lực ở đây thay đổi khá nhanh.

Sét: đường kính trung bình cấp hạt nằm trong khoảng 0,006 - 0,06 mm. Trầm tích này chỉ gặp ở đáy trục lòng dẫn đoạn dưới cầu Cốc Lếu kéo dài khoảng 300 - 400 m [3].

#### ② Các đứt gãy kiến tạo

Thành phố Lào Cai nằm trong đới đứt gãy Sông Hồng ở hai phía trái và phải sông Hồng, có nhiều đứt gãy, có chỗ chạy sát bờ sông (hình 1).

- Đứt gãy ở phía trái nằm sát bờ sông, cắt qua các khu vực xói lở có cấu tạo từ đá biến chất thuộc phức hệ sông Hồng ở Vạn Hoà, ngòi Xum và các khu vực xói lở có cấu tạo từ đá Neogen - Đệ Tứ ở khu vực Phố Mới, khu vực trường học xã Vạn Hoà [6].

- Đứt gãy ở phía phải nằm sát bờ sông ở các khu vực xói lở có cấu tạo từ đá Neogen - Đệ Tứ như phường Cốc Lếu, ngòi Đum, Xuân Tăng.

Các đứt gãy nằm sát bờ sông đã làm cho kết cấu của bờ và tính chất cơ lý của đất đá cấu thành bờ sông yếu hẳn đi: đá gốc cổ bị phá huỷ dễ thấm nước, tạo nên tầng phong hoá dày bờ rời, đá - đất tích tụ Holocen và Hiện đại gắn kết yếu, độ thấm nước tăng, do đó bờ sông càng dễ bị xói lở.

#### ③ Tính chất cơ lý của đất đá

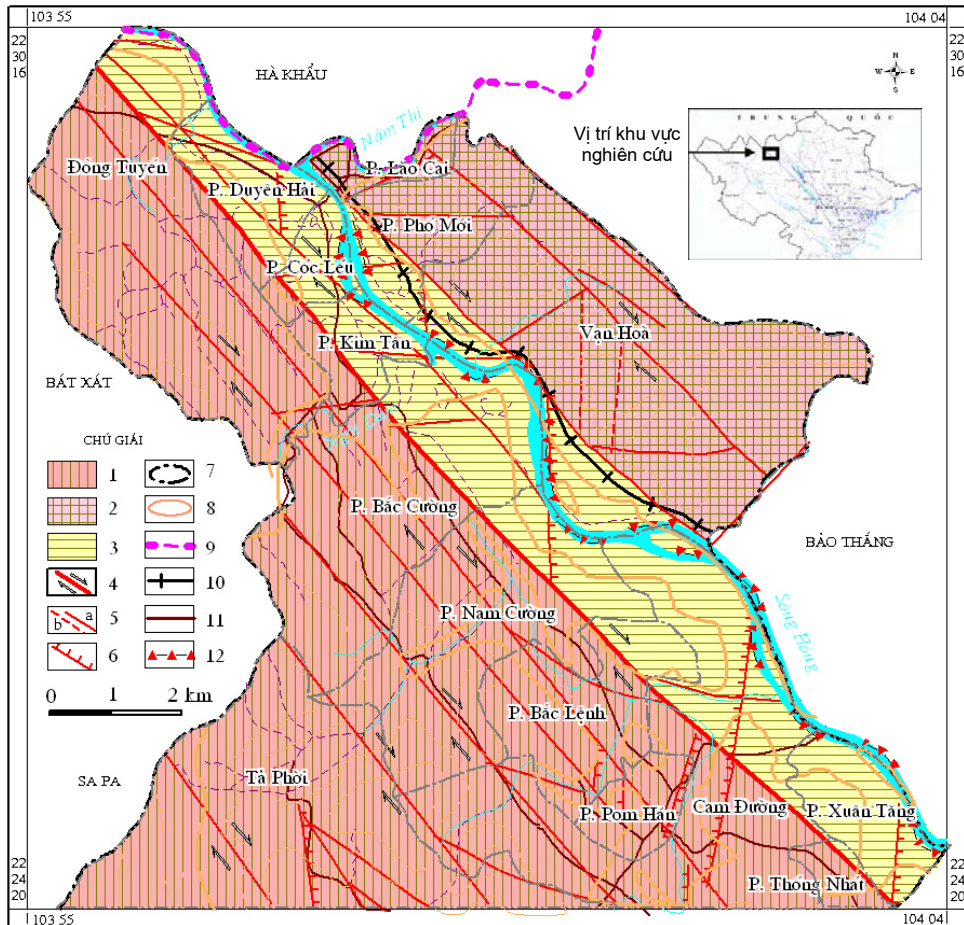
Bờ sông ở khu vực xói lở có hai loại đất đá: đá Neogen bị phong hoá yếu ở phía dưới và đất phong hoá bờ rời, đất đắp, trầm tích sông ở phía trên [6]:

- Các đá Neogen bị phong hoá yếu, phân bố ở dưới sâu; có độ bền, độ ổn định thấp; độ biến dạng, độ ngấm nước cao, thường bị nứt nẻ. Chúng có độ chặt vừa (2,2 - 2,65 g/cm<sup>3</sup>), độ rỗng 10 - 15%, chứa ẩm ít. Độ ngấm nước thay đổi tùy theo độ khe nứt và độ phong hoá. Hệ số thấm > 0,5 m/ng.đ.. Sức chống nén < 25 kg/cm<sup>2</sup>, và sức chống cắt < 10 kg/cm<sup>2</sup>.

- Nhóm đất phong hoá bờ rời, đất đắp và trầm tích sông phân bố ở bờ sông xói lở. Đây là nhóm đất bờ rời và mềm dính. Thành phần là cát hạt trung, cát pha sét, sét. Tùy theo độ hạt, chúng tạo thành nhóm đất bờ rời hoặc mềm dính.

Đặc trưng của nhóm này là tính chất cơ lý biến đổi trong phạm vi rộng. Loại đất bờ rời có hệ số thấm lớn, ở đất mềm dính (sét) chứa ẩm, không bị hoà tan, hệ số thấm thường nhỏ hơn 0,1 m/ng.đ.. Độ dính kết 0,11 - 0,24 kg/cm<sup>2</sup>. Độ bão hoà nước 80 - 88%. Thành phần độ hạt chủ yếu 0,01 - 0,05 mm. Góc ma sát trong 10 - 160. Hệ số nén lún 0,02 - 0,05 cm<sup>2</sup>/kg [5].

Như vậy, bề dày lớp đất phong hoá bờ rời lớn, với tính chất địa chất công trình như trên, rất dễ gây xói lở bờ sông.



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc tân kiến tạo và hiện trạng xói lở bờ sông Hồng thành phố Lào Cai

**CHỮ GIẢI :** 1. Khối nâng Po Sen, 2. Khối nâng núi Con Voi, 3. Khối sụt Lào Cai, 4. Đứt gãy chính và hướng dịch trượt, 5. Đứt gãy phụ : a) xác định, b) giả định, 6. Đứt gãy thuận, 7. Ranh giới Tp Lào Cai, 8. Đường đồng mức, 9. Biên giới, 10. Đường sắt, 11. Đường bộ, 12. Xói lở bờ sông

#### ④ Nguồn nước dưới đất

Nước dưới đất khu vực xói lở bờ phải sông Hồng chứa trong các tầng đất đá Neogen và Holocen.

- Tầng chứa nước Holocen là tầng chứa nước lỗ hổng, phân bố ở thành phố Lào Cai và dọc theo hai bên bờ sông Hồng. Thành phần thạch học là cuội, sỏi, cát hạt thô xen lớp sét mỏng từ 0,3 đến 1 m, thuộc tướng lòng sông, bãi bồi. Khu vực thành phố Lào Cai có năm giếng khoan khảo sát địa chất công trình xuyên qua tầng này. Độ dày tầng chứa nước phụ thuộc vào địa hình đáy, biến đổi từ 8,7 m (giếng khoan 10) đến 11,4 m (giếng khoan 8), trung bình 10 m [1].

Nước dưới đất trong tầng này chủ yếu là nước không áp hoặc có áp yếu, nguồn cung cấp là nước

mưa và nước sông. Sự dao động của mực nước ngầm rất lớn, phụ thuộc theo mùa. Mùa khô, mực nước ngầm nằm sâu từ 1,2 đến 1,8 m, có những nơi gặp ở chiều sâu lớn hơn. Mùa mưa, mực nước ngầm ở khoảng 0,5 m, đôi khi nằm sát mặt đất, hoặc chảy ra mặt đất thành dòng. Về mùa khô, lưu lượng các mạch lộ hoặc giếng đào dao động từ 0,5 đến 1,0 l/s, tỷ lệ lưu lượng giếng bơm đạt 0,5 - 1,0 l/sm, trung bình là 1,0 l/sm.

Nước dưới đất chứa trong tầng Holocen ở khu vực xói lở bờ sông, thường nằm rất nông, từ 0,5 đến 1 m so với mặt đất, có khi chảy thành dòng, làm cho đất bị xói ngầm phía dưới bờ sông. Nước dưới đất ở đây làm cho đất ngậm nước đạt đến 80 - 88 %, làm yếu tính cơ lý của đất, gây xói lở bờ sông.

- Tầng chứa nước Neogen là tầng chứa nước lỗ hổng - khe nứt. Thành phần thạch học là cuội kết đa khoáng, cát kết gắn kết không rắn chắc, xen kẽ là các lớp mỏng bột kết và các thấu kính than nâu. Chúng phân bố dọc sông Hồng, lộ ra ở khu vực đài Phát thanh - Truyền hình tỉnh. Bề dày của đá Neogen từ vài chục mét đến hàng trăm mét.

Mực nước tĩnh của các giếng thường nằm cách mặt đất 5,5 - 6,5 m, đôi khi có nguồn tự chảy. Lưu lượng nước trong giếng đào nhỏ, dao động từ 0,01 đến 0,3 l/s.

Nguồn cung cấp nước cho các tầng chứa nước là nước mưa và nước dòng chảy. Về mùa mưa, các giếng đều nhiều nước, nhiều nơi nước chảy tràn trên mặt đất. Về mùa khô, các giếng đều ít nước, do mực nước ngầm bị hạ thấp.

Tầng chứa nước Neogen và Holocen ở khu vực đài liệt sỹ, đài Phát thanh - Truyền hình có hướng dòng chảy xuống sông Hồng, gây ra xói ngầm, làm cho tính chất cơ lý của đất đá ở đây bị giảm yếu mạnh. Chúng là tác nhân cộng hưởng gây xói lở bờ phải sông Hồng ở khu vực này.

### 3. Yếu tố thủy - thạch động lực

#### a) Biến động mưa và lũ tại thành phố Lào Cai

Lượng mưa ở khu vực thành phố Lào Cai tương đối lớn, trung bình 1.800 mm/năm. Mùa mưa thường kéo dài 7 tháng, bắt đầu từ tháng IV, kết thúc vào tháng X. Mưa lớn tập trung vào tháng VII, tháng VIII. Sự dao động lượng mưa hàng năm không lớn. Hệ số biến động (giá trị phần trăm dao động so với trị số trung bình nhiều năm) là 0,21.

Mùa mưa có lượng dòng chảy bình quân chiếm tới 72 - 75 % tổng lượng dòng chảy cả năm. Lượng dòng chảy năm với modul dòng chảy tháng lớn nhất đạt tới 50-100 l/skm<sup>2</sup>. Tháng VIII có lượng dòng chảy lớn nhất trong năm (chiếm 15 - 20 %), cũng là thời điểm gió mùa Đông Nam cực thịnh tại khu vực với nhiều dạng nhiễu động thời tiết đặc biệt do bão, áp thấp nhiệt đới và dải hội tụ nhiệt đới... có khả năng gây ra mưa lớn trên diện rộng. Thời kỳ này thường có lũ lớn, đôi khi lưu lượng nước và độ cao đỉnh lũ đạt tới các giá trị cực đoan (bảng 1).

Theo kết quả đo đạc tại trạm thủy văn Lào Cai vào các tháng mùa lũ từ tháng VI đến tháng X tốc độ dòng chảy trung bình có giá trị từ 1,3 đến 2,7 m/s và vào các tháng VII - IX có thể lớn hơn 3 m/s.

Bảng 1. Lưu lượng dòng chảy lớn nhất quan trắc được tại trạm Lào Cai [7]

Qmax (m <sup>3</sup> /s)	Thời gian xuất hiện	Lưu lượng Q, m <sup>3</sup> /s tương ứng tần suất xuất hiện p (%)			
		1 %	5 %	10 %	15 %
8.430	19/8/1971	7.140	5.500	4.860	4.010

#### b) Đặc điểm phân bố và hình thái lòng dẫn

Đoạn sông Hồng chảy qua thành phố Lào Cai có chiều dài khoảng 20 km kể từ Kim Thành đến hết địa phận thành phố. Lòng dẫn có phương tây bắc - đông nam, độ rộng lòng sông trung bình đạt 300 - 400 m, chỗ rộng nhất (tại nơi đang diễn ra quá trình xói lở mạnh phía bờ phải) đạt xấp xỉ 600 - 700 m, độ dốc lòng sông lớn, xấp xỉ 1° (từ cầu Cốc Lếu đến cửa Ngòi Đum dài khoảng 6 km có độ chênh cao tới 1 m). Tại khu vực nghiên cứu, đoạn bờ trái từ Phố Mới đến khu vực trường học xã Vạn Hoà và bờ phải sông ở phường Cốc Lếu có cấu tạo chủ yếu là cát và phù sa sông, là khu vực rất dễ bị xói lở vào mùa lũ, khi nước sông dâng cao và dòng chảy mạnh. Lòng sông thời điểm khảo sát vào mùa đông tương đối cạn. Phía bờ phải sông tồn tại các bãi thoải, độ sâu trung bình khoảng 1,5 - 2,0 m. Trầm tích bề mặt chủ yếu là cát nhỏ hạt mịn, nhân dân địa phương đang khai thác làm vật liệu xây dựng.

Trục lòng dẫn sông nằm sát bờ trái từ cầu Cốc Lếu đến đầu bãi Soi Tiên với độ sâu khi đo đạc từ 2 đến 4 m, sau đó đổi hướng sang bờ phải nằm sát trục đường Hoàng Liên - Bạch Đằng, tạo ra hố xói sâu, với độ sâu khi đo trung bình 3 - 4 m và chỗ sâu nhất đạt 5 m. Mặc dù vào mùa khô, tại lạch nước sâu này nước chảy tập trung, vận tốc vẫn đạt xấp xỉ 0,7 m/s [3].

Trong quá trình phát triển của sông, hiện tượng xói-bồi phát triển lòng dẫn là quy luật tự nhiên của dòng sông trong xu thế "tự điều chỉnh" để làm giảm độ dốc của mặt nước. Một khi trạng thái cân bằng động giữa tổ hợp nước - cát bùn - hình thái lòng dẫn bị phá vỡ, hiện tượng phát triển lòng dẫn mới sẽ diễn ra, dưới tác động của nhiều yếu tố. Có thể gộp các yếu tố tác động thành hai nhóm chính : điều kiện ngoại sinh (dao động mực nước, biến động lưu lượng, dòng bùn cát, chế độ mưa ẩm...), điều kiện nội sinh hay mặt đệm địa chất (hoạt động kiến tạo - Tân kiến tạo, chuyển động địa động lực, phân bố lớp trầm tích Đệ Tứ, hoạt động của nước ngầm).

Quá trình phát triển tự nhiên của lòng dẫn sông ngòi (gọi tắt là quá trình lòng dẫn) thường diễn ra thứ tự theo chu kỳ [2] :

- Uốn cong hạn chế,
- Uốn cong không hoàn thiện,
- Uốn cong hoàn thiện,
- Chảy cát thẳng, kết thúc một chu kỳ phát triển lòng dẫn.

Tại thành phố Lào Cai, do không gian uốn khúc lòng sông Hồng trên vùng núi bị giới hạn bởi nền đá cứng, nên nhìn chung tại khu vực này quá trình uốn khúc kết thúc sớm ở giai đoạn uốn cong hạn chế, trên một đới trầm tích Đệ Tứ khá hẹp. Tại khu vực này hiện tượng lòng sông xói sâu ở một số nơi đã phát triển đến nền đá gốc, buộc dòng nước phải thay đổi hướng chảy. Trên khu vực lòng dẫn sông Hồng từ cửa nối dòng Nậm Thi tới nam bãi Soi Tiên dài 2.500 m, có hai đoạn bờ đang bị xói lở mạnh trùng với hai khúc cong liên tiếp :

- Khúc cong thứ nhất bên bờ trái, đoạn từ gần cầu Cốc Lều đến phía dưới khoảng 300 m với bán kính cong  $R_1 = 500$  m.

- Khúc cong thứ hai bên bờ phải với vị trí đang bị xói lở mạnh nằm kề đoạn đường Hoàng Liên - Bạch Đằng với bán kính cong  $R_2 = 650$  m.

Với bán kính uốn cong hiện tại chưa lớn so với độ rộng trung bình của lòng dẫn, lòng sông còn tiếp tục uốn khúc để đạt tới quá trình uốn cong hoàn thiện, sau đó mới chuyển sang giai đoạn chảy cát thẳng.

Dẫn về phía hạ lưu, xuất hiện các khúc cong khác có bán kính nhỏ do bị hạn chế bởi nền đá cứng. Như vậy, trong điều kiện tốc độ dòng chảy mạnh trên nền trầm tích Đệ Tứ yếu, quá trình xói lở vẫn tiếp tục phát triển ở hai bờ sông Hồng, nếu không có các giải pháp công trình nhằm giảm bớt quá trình phá hủy bờ. Hiện tượng xói lở bờ sông Hồng có ảnh hưởng lớn tới độ an toàn của các công trình xây dựng trên trục đường Hoàng Liên - Bạch Đằng, đường sắt Hà Nội - Lào Cai [3].

### c) Tốc độ và lưu lượng dòng chảy

Tốc độ và lưu lượng dòng chảy sông Hồng có ảnh hưởng lớn đến sự xói lở bờ và xói mòn đáy sông. Kết quả đo đạc tại trạm thủy văn Lào Cai cho thấy tốc độ và lưu lượng dòng chảy phụ thuộc theo mùa. Mùa kiệt, mực nước và lưu lượng thấp, dòng sông tập trung ở phần sâu nhất của lòng sông. Tốc độ

dòng chảy trung bình từ 1,1 đến 1,8 m/s, đạt cực tiểu 0,7 m/s, lưu lượng 256 m<sup>3</sup>/s. Mùa lũ, mực nước sông và lưu lượng nước tăng cao, dòng sông tràn đầy cả lòng và làm ngập chìm gần hết bãi bồi. Dòng chảy với tốc độ trung bình từ 1,3 đến 2,7 m/s, đạt cực đại > 3 m/s. Lưu lượng dòng chảy đạt cực đại 3.000 - 8.400 m<sup>3</sup>/s, đạt cực tiểu 90 m<sup>3</sup>/s.

Khi tốc độ dòng chảy tăng cao, lưu lượng nước trong lòng sông lớn sẽ gây ra dòng chảy rối mạnh, làm xói lở bờ và xói mòn đáy sông. Theo kết quả thực nghiệm và tính toán, tốc độ dòng chảy gây xói lở tỷ lệ với kích thước của vật liệu (bảng 2).

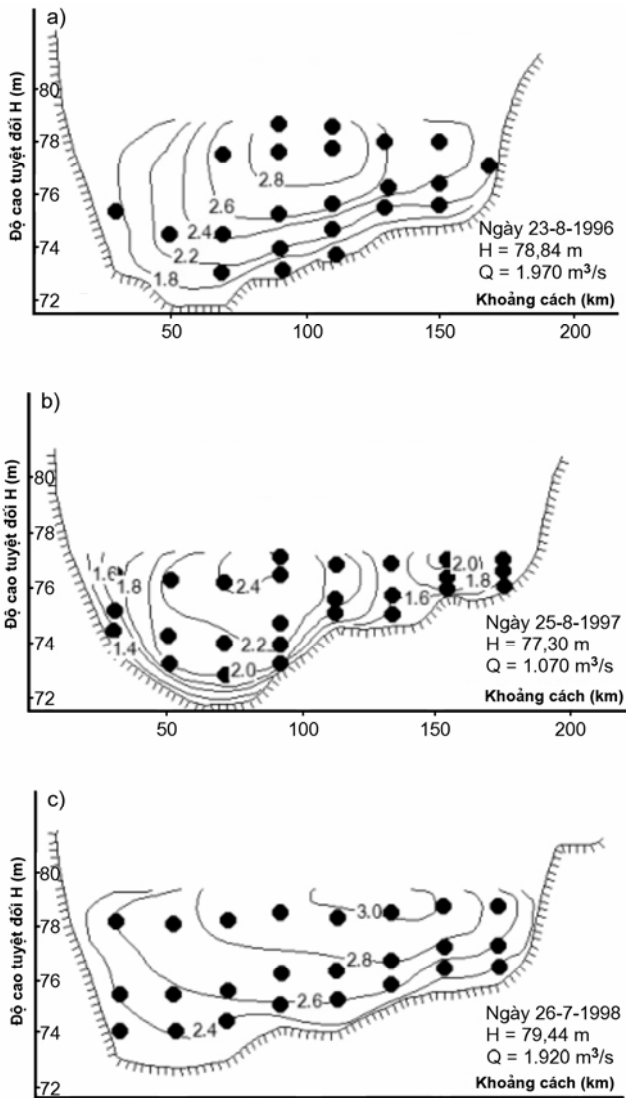
**Bảng 2. Tốc độ dòng chảy cực đại không gây xói lở**

Đất đá	Tốc độ (m/s)
Tầng lãn và đá học lớn	4 - 5
Tầng lãn và đá học nhỏ	3 - 4
Cuội và đá dăm lớn	2 - 3
Cuội và đá dăm nhỏ	1 - 1,25
Sỏi và sạn sỏi	0,6 - 1
Cát hạt thô và hạt lớn	0,26 - 0,35
Cát hạt vừa và hạt nhỏ	0,2
Cát hạt mịn	1,2
Sét và sét pha cát chặt	0,5
Sét và sét pha cát kém chặt	0,6 - 0,8
Cát pha sét chặt	0,25 - 0,35
Cát pha sét kém chặt	0,20 - 0,30

Theo kết quả thí nghiệm và khảo sát, bờ phải sông Hồng, gần đài liệt sỹ, chủ yếu là đất phong hoá bờ rời, đất đắp với thành phần độ hạt chủ yếu là sét, sét pha cát và cát, kích thước hạt từ 0,25 đến 0,5 mm, xen lẫn một số sỏi, sạn. Thành phần vật chất ở bãi bồi và thềm sông chủ yếu là cát hạt trung, hạt nhỏ, bột, sét, với kích thước hạt < 0,5 mm.

Trên cơ sở phân tích hàm lượng phân trăm cấp hạt, đường kính trung bình, độ chọn lọc, đường cong tích lũy và diện phân bố của thành phần vật chất ở khu vực xói lở bờ sông gần đài liệt sỹ và đối sánh với tốc độ, lưu lượng dòng chảy có thể thấy hiện tượng xói lở bờ và xói sâu lòng dẫn ở đây xảy ra cả vào thời kỳ mưa lũ và mùa kiệt.

Tốc độ dòng chảy và lưu lượng nước ở đoạn sông xói lở còn tạo dòng chảy rối lớn gây tích tụ trầm tích ở bãi nổi giữa sông và khu vực ngòi Xum, làm thay đổi quá trình lòng dẫn, hướng dòng chảy vào bờ sông đối diện, càng tăng cường mức độ xói lở bờ sông Hồng (hình 2).



Hình 2. Phân bố tốc độ dòng chảy tại mặt cắt trạm thủy văn Lào Cai (V, ms) [3]

#### d) Các quá trình trong lòng dẫn

Các quá trình trong lòng sông liên quan đến xói lở bờ sông là quá trình xói sâu và xói ngang. Quá trình này chỉ xảy ra khi tốc độ của dòng nước ở lớp sát đáy tạo ra lực đẩy làm di chuyển các hạt bùn cát ở đáy (gọi là tốc độ tới hạn). Khi tốc độ dòng chảy lớn hơn nhiều so với tốc độ tới hạn, vật liệu đáy sông sẽ tham gia vào chuyển động rối của dòng nước và gây xói lở mạnh mẽ bề mặt đáy sông.

Tại khúc uốn của lòng sông ở mặt tiết diện của dòng chảy, xuất hiện dòng ngang, ở trên mặt thì hướng từ bờ lồi sang bờ lõm, ở dưới đáy thì

ngược lại, kết hợp với dòng chảy dọc tạo nên dòng chảy rối phức tạp làm xói mòn bờ và đáy sông.

Gọi  $V$  là vận tốc của dòng nước ở lớp sát đáy và  $V_{kđ}$  là tốc độ khởi động gây bứt phá các hạt bùn cát ở đáy. Khi tốc độ dòng chảy  $V$  thay đổi, vượt quá tốc độ giới hạn cho phép không xói  $V_{kđ}$  sẽ xảy ra các trường hợp sau đây :

$V < V_{kđ}$  : bùn cát đáy không chuyển động, lòng dẫn không thay đổi.

$V \geq V_{kđ}$  : các hạt bùn cát chuyển động riêng rẽ ở trạng thái lăn ở lớp sát đáy sông.

$V \gg V_{kđ}$  : bùn cát bị bứt khỏi đáy và chuyển động rối với khối lượng lớn ở trạng thái lơ lửng.

Khi tốc độ dòng chảy tăng lên vượt quá khả năng kháng xói của vật liệu đáy sông, xảy ra quá trình bứt phá các hạt riêng rẽ. Khi tốc độ dòng chảy lớn hơn nhiều so với tốc độ khởi động của các hạt bùn cát, vật liệu đáy sông sẽ tham gia vào chuyển động rối của dòng nước và gây xói mạnh mẽ bề mặt đáy sông. Ngược lại, khi tốc độ dòng nước giảm đi không đủ sức đẩy, các hạt bùn cát lơ lửng riêng rẽ sẽ rơi dần xuống, gây ra lắng đọng.

Như vậy, quá trình chuyển vận của bùn cát trong dòng nước được chia làm hai trạng thái :

- Trạng thái di đẩy hay chuyển động lăn từ từ theo dòng nước ở tầng sát đáy (khi tốc độ chảy thấp),

- Trạng thái lơ lửng hay chuyển động rối trong dòng nước (khi tốc độ dòng chảy đạt giá trị cao).

Trạng thái di đẩy gắn liền với quá trình hình thành các đụn cát ngầm (hay sóng cát) và chuyển vận từ từ theo dòng nước. Khi dùng máy hồi âm đo sâu dọc sông, chúng ta có thể phát hiện hàng loạt sóng cát có mặt dưới đáy sông. Ngược lại, khi chuyển động trong trạng thái lơ lửng, dòng bùn cát chuyển động nhanh với khối lượng lớn, đôi khi đạt tới nồng độ bão hòa trong dòng nước. Các quá trình bứt phá và chuyển động bùn cát này gây ra hiện tượng xói bồi và phát triển lòng sông [1].

Quá trình phát triển lòng sông luôn gắn liền với hai hiện tượng xói sâu và xói ngang. Các hố xói sâu thường khó phát hiện, chúng ta phải khảo sát bằng các thiết bị đo sâu. Ngược lại hiện tượng xói ngang dễ dàng nhận biết qua khảo sát và phân tích các bức ảnh hàng không. Hiện tượng xói ngang hay gắn liền với quá trình lòng dẫn uốn khúc, tạo bãi bồi phía bờ đối diện. Xói ngang không chỉ xảy ra trong điều kiện lũ lớn, mà còn xảy ra mạnh mẽ khi mực nước thấp, tốc độ chảy cao do nước tập trung trong lòng dẫn thiết diện hẹp và do thiếu hụt dòng sa bồi trong mùa khô. Quá trình xói ngang mạnh tạo ra các vách "hàm ếch" và gây ra trượt lở phân vật liệu và công trình phía trên bờ.

Phân tích hàm lượng phân trầm cấp hạt, đường kính trung bình, độ chọn lọc, đường cong tích lũy và diện phân bố của chúng tại khu vực lòng dẫn, cho thấy : trầm tích ở đây phần lớn thuộc loại cấp hạt nhỏ (cát nhỏ, bột, bột-sét) cho nên chúng rất dễ bị xâm thực bào xói mòn, đường kính trung bình của trầm tích thay đổi nhanh giữa các khu vực, thể hiện sự biến động của trường dòng chảy trong sông ở đây diễn ra khá phức tạp. Ngoài ra còn thấy phổ biến loại trầm tích rời rạc hạt nhỏ nằm sát ven bờ dọc trục đường Hoàng Liên - Bạch Đằng, điều kiện tốc độ dòng chảy cao cả vào thời kỳ mùa lũ và mùa kiệt đã gây xói sâu lòng dẫn và xói ngang vào đối bờ. Còn ở những đoạn bờ có trầm tích cát trung - cát nhỏ nằm sát bờ thường xuất hiện các bãi tích tụ ven bờ, hoặc bãi nổi giữa sông. Song sự tồn tại phát triển các bãi bồi cát nhỏ, cát trung trong lòng dẫn sông thường đưa đến sự thay đổi quá trình và lòng dẫn, đổi hướng của dòng chảy dẫn tới sự phá huỷ gây sụt lở ở những đoạn sông không có bãi, đường bờ bị lõm nhất ở khu vực có thành phần vật chất cấu tạo là những trầm tích bờ rời có cấp hạt nhỏ. Các đặc trưng  $S_o$ ,  $S_k$  và đường cong tích lũy của trầm tích trong khu vực nghiên cứu cho thấy khu vực này nằm trong môi trường có chế độ động lực khá mạnh bởi phần lớn các loại trầm tích ở đây đều có độ phân tuyền và mài mòn khá tốt ( $S_o = 1 - 2$ ), độ chọn lọc thường bị thay đổi theo cấp hạt trầm tích.

Xét dưới góc độ thạch động lực, trầm tích tầng mặt ở đây thuộc vào loại dễ bị biến động : các trầm tích cấp hạt nhỏ dễ bị xâm thực bào xói mòn, trầm tích cát trung tới sạn sỏi thường tạo nên bãi bồi, dẫn đến thay đổi quá trình lòng dẫn. Khu vực nghiên cứu thuộc thung lũng sông miền núi nên tốc độ dòng chảy ở đây khá lớn, thường vượt quá 1 - 2 m/s

trong lũ vừa và lớn hơn 3 m/s trong lũ lớn, cộng với các hiện tượng nước chảy bề mặt trên địa hình đồi núi dốc dễ xảy ra hiện tượng xói lở đối với những khu vực có lớp phủ phong hoá yếu, độ gắn kết kém. Do vậy với hiện trạng phân bố trầm tích hiện đại tại đây, khi tốc độ của dòng chảy ở lớp sát đáy sông đạt 1 m/s đều có thể bứt phá các cấp hạt có đường kính nhỏ hơn 0,1 mm. Ngoài ra, ở đây cần lưu ý đến hoạt động của nước ngầm ở đới trầm tích bờ rời kê chân núi. Yếu tố nước ngầm có ảnh hưởng rất lớn tới khả năng kháng xói trước tác động của dòng nước sông cả vào thời kỳ mùa khô kiệt và mùa mưa lũ.

## KẾT LUẬN

- Xói lở bờ sông Hồng xảy ra mạnh mẽ, tốc độ xói lở ở phía bờ phải sông Hồng, khu vực trường học xã Vạn Hoà khoảng 10 m/năm.

- Cấu tạo và hình thái đối bờ, tính chất địa chất công trình, nước dưới đất, bờ sông cao, độ dốc sườn bờ gần thẳng đứng, các đứt gãy Tân kiến tạo nằm sát bờ sông là những yếu tố không bền vững dễ gây xói lở bờ sông.

- Độ dốc địa hình đáy sông lớn, lòng dẫn hướng thẳng vào bờ, gây xói lở mạnh.

- Tốc độ dòng chảy cả mùa kiệt và mùa lũ đều rất lớn, gây ra xói lở liên tục hai bờ sông Hồng ở đây, không phụ thuộc theo mùa.

Bài báo này là kết quả của đề tài : "Nghiên cứu đánh giá đặc điểm địa động lực hiện đại thành phố Lào Cai và mối quan hệ với tai biến địa chất" do Trung tâm Hỗ trợ Nghiên cứu Châu Á, Đại học Quốc gia Hà Nội tài trợ.

## TÀI LIỆU DẪN

[1] P.G. KIXÉLEP và mnk, 1984 : Sổ tay tính toán thủy lực. Nhà xuất bản Nông nghiệp - Hà Nội (dịch từ Nga văn), 312 tr.

[2] V.Đ. LÔMTAĐZE, 1978 : Địa chất động lực công trình. Nxb Đại học và Trung học chuyên nghiệp.

[3] NGUYỄN TRỌNG YÊM, NGUYỄN ĐĂNG TỨC, 2000 : Điều tra đánh giá hiện tượng trượt - lở nguy hiểm và kiến nghị các giải pháp phòng tránh giảm nhẹ thiệt hại ở một số vùng trọng điểm thuộc tỉnh Lào Cai. Báo cáo khoa học, Lào Cai.

[4] Công ty Tư vấn Thiết kế ĐCCT, 1999 : Báo cáo địa chất công trình cầu Phố Mới - Lào Cai.

[5] Công ty Tư vấn Thiết kế ĐCCT, 1997 : Báo cáo địa chất công trình đài phát thanh - truyền hình tỉnh Lào Cai.

[6] Tổng cục Mỏ và Địa chất, 1989 : Địa chất Việt Nam. Tập 1, Địa tầng.

[7] Tổng cục Khí tượng Thủy văn, 1989 : Tập số liệu khí tượng - thủy văn, tập 1, 2.

## **SUMMARY**

### **Study results on the Red River bank erosion in the area of Lao Cai city**

The paper introduces study results on current erosion state of the Red River banks and erosion-causing factors in the area of Lao Cai city. Erosion

along the Red River has occurred drastically in recent years, erosion rate is up to 10 m/year nearby a school at Van Hoa commune. Geomorphology, geology and hydro-litho dynamics are the main factor causing erosion along the river.

Studying on factors of geomorphology and geology shows that geometry and structure of river banks including materials, geotechnical setting, groundwater levels, heights and slopes of river banks, as well as active tectonic faults are the most favorable factors for river bank erosion.

Hydro-litho dynamic factors such as : high angle of river bed, dired channels to river banks are major causes to intensify erosion. Flow velocities in both dry and rainy seasons are very high, causing continuous erosion at both sides of the Red River.

*Ngày nhận bài : 21-7-2010*

*Viện Địa chất*

*(Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam)*