

Sự hình thành lũ trên sông Thái Bình tại Phả Lại do ảnh hưởng chủ yếu của lũ sông Hồng

PTS . NGUYỄN LAN CHÂU

Cục Dự báo KTTV

Sự hình thành lũ trên sông Thái Bình rất phức tạp. Cùng một lúc, nước lũ tại Phả Lại chịu ảnh hưởng của bốn cơ chế: sự hình thành lũ trên ba sông nhánh; sự chuyển nước sông Hồng qua sông Đuống; việc truyền triều từ biển Đông vào; nước vật từ hạ lưu lên thượng lưu giữa các sông: Cầu, Thương, Lục Nam.

Nghiên cứu 104 trận lũ (từ 1960 đến 1991) xảy ra trên sông Thái Bình thấy rằng, lưu lượng nước tại Thượng Cát chiếm trung bình 73 % tổng lưu lượng nước tạo đỉnh lũ tại Phả Lại. Số trận lũ xảy ra hoàn toàn do lũ sông Hồng gây nên là 56 trận, chiếm 54%. Từ mùa lũ năm 91 trở đi, hồ chứa Hòa Bình, với dung tích phòng lũ hạ du 5,6 tỷ m³, sẽ trực tiếp làm thay đổi đáng kể chế độ dòng chảy trên sông Hồng và sẽ gián tiếp làm thay đổi quá trình lũ tại Phả Lại. Việc nghiên cứu vai trò của lũ sông Hồng đối với sự hình thành lũ sông Thái Bình tại Phả Lại là hết sức quan trọng và cần thiết.

1. ĐẶC ĐIỂM LŨ XẢY RA TRÊN SÔNG THÁI BÌNH DO ẢNH HƯỞNG CHỦ YẾU CỦA LŨ SÔNG HỒNG

Đã chọn 56 trận lũ (từ 1960 đến 1991) có lưu lượng tại Thượng Cát tham gia tạo đỉnh lũ Phả Lại chiếm hơn 73 % tổng lưu lượng của bốn sông: Đuống, Cầu, Thương, Lục Nam. Trong những trường hợp này, trên ba sông nhánh của sông Thái Bình hầu như không xuất hiện lũ thượng nguồn. Qua nghiên cứu đặc trưng những trận lũ này có thể rút ra một số nhận xét sau:

- Chúng có lưu lượng Thượng Cát dao động từ 2250 m³/s (17-X-1989) đến 8580 m³/s (22 - VIII - 1971). Đỉnh lũ xuất hiện chủ yếu vào tháng VIII (43 %). Tần suất của tháng VII là 23 %, tháng IX: 18 %, còn của tháng VI chỉ có 9 %, tháng X: 7 %. Vào tháng VIII cũng thường xảy ra những trận lũ đỉnh cao (1969, 1971). Còn vào các tháng VI và X đỉnh lũ thường ở mức thấp.

- Thời gian xuất hiện đỉnh lũ trên sông Thái Bình ngược với chiều chuyển động của dòng nước. Tại Phả Lại thời gian xuất hiện lũ (mức nước lớn nhất H_{max}) thường sớm hơn (chiếm 64 % số trận lũ) hoặc đồng thời (chiếm 22 % số trận lũ) với thời gian xảy ra đỉnh lũ tại Đáp Cầu, Phủ Lạng Thương, Lục Nam, nhưng bao giờ cũng muộn

hơn đỉnh lũ tại Thượng Cát. Những trận lũ có độ chênh mực nước giữa Thượng Cát và Phả Lại lớn hơn hoặc bằng 6m ($\Delta H^{TC-PL} = H^{TC} - H^{PL}$) như các trận 1 - VIII - 1966, 2 - IX - 1966, 11 - VIII - 1967 ... thì thời gian xuất hiện lũ tại Phả Lại, Đáp Cầu, Phủ Lạng Thương, Lục Nam gần như đồng thời hoặc chỉ chênh nhau vài giờ.

- Các mực nước tại Đáp Cầu, Phủ Lạng Thương, Lục Nam và Phả Lại chênh nhau rất ít, độ dốc mặt nước trong phạm vi những đoạn sông này rất nhỏ ($\approx 1/10.000$) cho phép ta coi chúng như một hồ chứa. Mực nước tại Đáp Cầu, Phủ Lạng Thương, Lục Nam có quan hệ mật thiết với nhau và với mực nước tại Phả Lại. Điều này thể hiện rất rõ qua các hệ số tương quan tính toán được ($R = 0,76-0,99$) (bảng 1). Như vậy, lũ tại Phả Lại, Đáp Cầu, Phủ Lạng Thương, Lục Nam xảy ra đều do lũ sông Hồng gây nên và từ mực nước Phả Lại có thể suy ra mực nước tại Đáp Cầu, Phủ Lạng Thương, Lục Nam.

Bảng 1. Hệ số tương quan giữa mực nước Phả Lại với mực nước các trạm hạ lưu sông Thái Bình và trạm Thượng Cát (sông Đuống)

Thời kỳ	Các lần tính ứng với từng cấp ΔH^{TC}	Các biến	H Đáp Cầu	H Phủ Lạng Thương	H Lục Nam	H Thượng Cát
Tăng	1- $\Delta H^{TC} \geq 20\text{cm}$		0,98	0,96	0,99	0,65
	2- $10 < \Delta H^{TC} < 20\text{cm}$		0,84	0,76	0,92	0,70
	3- $5 < \Delta H^{TC} \leq 10\text{cm}$		0,88	0,77	0,92	0,77
Giảm	4- $\Delta H^{TC} \geq 20\text{cm}$		0,98	0,98	0,99	0,76
	5- $10 < \Delta H^{TC} < 20\text{cm}$		0,98	0,98	0,99	0,93
	6- $5 < \Delta H^{TC} \leq 10\text{cm}$		0,99	0,99	0,99	0,95

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP CHỌN NHÂN TỐ VÀ XÂY DỰNG PHƯƠNG TRÌNH DỰ BÁO

Đầu tiên các nhân tố được chọn theo ý nghĩa vật lý. Dựa vào quy luật truyền sóng lũ trên sông Thái Bình, thời gian chảy truyền từ Thái Nguyên về Phả Lại là 36 h; từ Cầu Sơn về Phả Lại là 24 h; từ Chũ về Phả lại là 24 h còn từ Thượng Cát về Phả Lại có thể là 24h, 18h, 12h tùy theo tốc độ và biên độ nước lên hoặc nước xuống tại Thượng Cát.

Sau đó các nhân tố được lọc bằng các chỉ tiêu toán học qua hệ số tương quan R, các chỉ tiêu thống kê F và t [2]. Nhân tố nào có hệ số tương quan lớn nhất với yếu

tổ cần dự báo và có tương quan nhỏ nhất với các nhân tố khác thì được chọn vào phương trình dự báo. Các phương trình dự báo mực nước hạ lưu sông Thái Bình được tính bằng phương pháp hồi quy từng bước.

Phương trình hồi quy nhiều biến tuyến tính được viết dưới dạng:

$$H^{PL}_{t+\tau} = C + \sum_{i=1}^n a_i \cdot X_i$$

Trong đó :

H^{PL} là mực nước Phả Lại - yếu tố cần dự báo

X_i - các nhân tố

n - số các nhân tố

τ - thời gian dự kiến

c - hằng số

a - hệ số hồi quy

Các bước lọc, bước lặp ... được mô tả kỹ trong công trình [2]. Suất đảm bảo của phương trình dự báo được đánh giá bằng tỷ lệ sau:

$$P(\%) = (N \text{ đúng} / N) \cdot 100$$

Trong đó :

N là độ dài liệt tính toán

$N \text{ đúng}$ - số điểm dự báo đúng với sai số cho phép sau: 18cm đối với dự báo đỉnh và nước lên; 10cm đối với thời kỳ nước xuống.

3. CÁC PHƯƠNG TRÌNH DỰ BÁO ĐỈNH LŨ VÀ QUA TRÌNH MỰC NƯỚC TẠI PHẢ LẠI

3.1. Dự báo đỉnh lũ

Đã tiến hành kiểm tra quan hệ dự báo đỉnh lũ trước đây :

$$H^{PL}_{\max} = f \left(\sum_{\text{4 sông}} Q_{\max} \right)$$

Đồng thời đã tính mối quan hệ giữa đỉnh lũ Phả Lại ($H^{PL}_{\max}$) với các biến sau:

4 sông

$$1. \quad \sum Q_{\max} = Q^{TC}_t + Q^{TN}_{t-12} + Q^{CS} + Q^C$$

3 sông

$$2. \quad \sum Q_{\max} = Q^{TN}_{t-12} + Q^{CS} + Q^C$$

3. Lưu lượng từng sông: tại Thượng Cát (Q^{TC}), tại Thái Nguyên (Q^{TN}), tại Cầu Sơn (Q^{CS}), tại Chũ (Q^C)

4. Mực nước Phả Lại tại thời điểm dự báo (H^{PL}_t)

5. Độ chênh mực nước Thượng Cát và Phả Lại tại thời điểm dự báo:

$$\Delta H^{TC-PL} = H^{TC}_t - H^{PL}_t$$

Các kết quả tính hệ số tương quan được ghi trong bảng 2.

Bảng 2. Hệ số tương quan giữa H_{max} tại Phả Lại với các biến

Các biến Cấp Q Thượng Cát	$\sum Q$ 4 sông	$\sum Q$ 3 sông	Q^{TC}	Q^{TN}	Q^{CS}	Q^C	H^{PL}_t	ΔH^{TC-PL}
$Q^{TC} \geq 85\%$	0,95	0,92	0,92	0,66	0,52	0,96	0,92	0,39
$73 < Q^{TC} < 85\%$	0,92	0,83	0,91	0,76	0,51	0,72	0,99	0,51

1 4 sông

Phương trình dự báo dạng $H^{PL}_{max} = f(\sum Q_{max})$ cho suất đảm bảo 72 %. Nguyên nhân dẫn đến suất đảm bảo thấp có thể được giải thích rằng: vì hệ số tương quan rất cao giữa lưu lượng tại Thượng Cát với lưu lượng tại Thái Nguyên là 0,86; với Q^{CS} : 0,50; với Q^C : 0,86. Còn hệ số tương quan giữa Q^C với Q^{TN} là 0,60; giữa Q^C với Q^{CS} : 0,89;... Theo nguyên tắc toán học, các nhân tố có tương quan cao với nhau, không được đồng thời tham gia vào phương trình dự báo.

Phương trình dự báo đỉnh lũ tại Phả Lại do ảnh hưởng của lũ sông Hồng có dạng:

$$H^{PL}_{max} = f(H^{PL}_t, \Delta H^{TC-PL})$$

cho suất đảm bảo cao hơn cả. Hệ số tương quan giữa H^{PL}_t với ΔH^{TC-PL} là 0,15.

Từ 52 trận lũ (từ năm 1960 đến 1990) đã chia ra làm hai loại :

Loại 1: có 28 trận với cấp $Q^{TC}_{max} \geq 85\%$ $\sum Q_{max}$

Loại 2: có 24 trận với $73 < Q^{TC}_{max} < 85\%$ $\sum Q_{max}$

Phương trình dự báo các đỉnh loại 1:

$$H^{PL}_{max} = - 17,3 + 0,951 H^{PL}_t + 0,087 \Delta H^{TC-PL}$$

đạt suất đảm bảo 100%.

Đối với các đỉnh loại 2, có phương trình dự báo sau:

$$H^{PL}_{max} = - 30,6 + 0,99 H^{PL}_t + 0,082 \Delta H^{TC-PL}$$

với suất đảm bảo 100 %.

Trong mùa lũ năm 1991 đã chọn được ba trận lũ xảy ra trên sông Thái Bình tại Phả Lại do ảnh hưởng của lũ sông Hồng vào các ngày 21 - VII, 7 - VIII và 17 - VIII. Các trận lũ này đều có lưu lượng tại Thượng Cát (Q^{TC}_{max}) lớn hơn 85 % tổng lưu lượng bốn sông (bảng 3). Áp dụng phương trình dự báo đỉnh lũ loại 1, kết quả dự báo phù hợp với thực tế xảy ra. Sai số dự báo cho trận lũ 21 - VII là 1cm, cho trận 7 - VIII là 2cm, cho trận 17 - VIII là 6cm.

Bảng 3 . Kết quả dự báo thử cho ba trận lũ xảy ra trong năm 1991

Các đặc trưng	H^{TC}_{max} (cm)	Q^{TC}_{max} (m^3/s)	Q^{TN} (m^3/s)	Q^{CS} (m^3/s)	Q^C (m^3/s)	4 sông $\sum Q$ (m^3/s)	Q^{TC} $\overline{\sum Q}$ (%)	ΔH^{TC-PL} (cm)	H^{PL}_{max} (cm)	H^{PL}_{max} dự báo (cm)	Sai số (cm)
21-VII-1991	1083	4280	98	109	359	4846	85	559	529	530	-1
7-VIII-1991	1053	3910	109	104	313	4436	88	554	506	504	2
17-VIII-1991	1109	4610	138	71	359	5178	89	583	540	534	6

3.2. Dự báo quá trình mực nước tại Phả Lại

Đối với những trận lũ do sông Hồng gây nên, trong dự báo tác nghiệp, Phòng dự báo thủy văn thường sử dụng các biểu đồ sau:

$$(1) H^{PL}_{t+24} = f (H^{PL}_t, H^{TC}_t)$$

$$(2) \Delta H^{PL}_{lên} = f (\Delta H^{HN}_L, H^{PL}_t)$$

4 sông

$$(3) H^{PL}_{t+24} = f (\sum Q, H^{PL}_t)$$

Trong đó :

ΔH^{HN}_L - mực nước Hà Nội lên được trong 24 h.

ΔH^{PL}_L - mực nước Phả Lại lên được trong 24 h.

Biểu đồ (3) không hợp lý về mặt toán học vì hai nhân tố H^{PL}_t và $\sum_{4 \text{ sông}} Q$ có tương quan với nhau rất cao và bằng 0,89.

Nghiên cứu này nhằm cụ thể hóa các biểu đồ dạng (1) và (2). Việc tính toán các phương trình dự báo được thực hiện riêng cho từng mức biến đổi mực nước Thượng Cát (ΔH^{TC}) của từng thời kỳ nước lên và nước xuống. Ở đây ΔH^{TC} được tính cho từng 6 giờ một.

Đối với thời kỳ nước lên, khi mực nước Thượng Cát tăng: $\Delta H^{TC} = H^{TC}_t - H^{TC}_{t-6}$

Đối với thời kỳ nước xuống khi mực nước Thượng Cát giảm:

$$\Delta H^{TC} = H^{TC}_{t-6} - H^{TC}_t$$

Mức độ biến đổi mực nước Thượng Cát được chia làm ba cấp để tính:

1. $\Delta H^{TC} \geq 20\text{cm}$
2. $10 < \Delta H^{TC} < 20\text{cm}$
3. $5 < \Delta H^{TC} \leq 10\text{cm}$

Khi mực nước sông Hồng tăng :

Phương trình dự báo có dạng $H^{PL}_{t+24} = f(H^{TC}_t, H^{PL}_t)$ tương đương với dạng

$$H^{PL}_{t+24} = f(H^{PL}_t, H^{TC}_t, \Delta H^{TC})$$

Còn phương trình có dạng :

$$H^{PL}_{t+24} = f(H^{PL}_t, \Delta H^{TC-PL})$$

cho suất đảm bảo cao hơn cả.

Sau đây chỉ trình bày một loại phương trình để xử lý nhất.

* $\Delta H^{TC} \geq 20\text{cm}$: Thời gian chảy truyền từ Thượng Cát về Phả Lại là:

$$\tau = 12\text{h} ; \Delta H^{TC}_{t+12} = H^{TC}_{t+12} - H^{TC}_{t+6} ; \dots$$

$$H^{PL}_{t+24} = 74,4 + 0,128 H^{TC}_{t+12} + 0,625 H^{PL}_t + 0,254 \Delta H^{TC}_{t+12}$$

* $10 < \Delta H^{TC} < 20\text{cm}$:

$$\tau = 18\text{h} ; \Delta H^{TC}_{t+6} = H^{TC}_{t+6} - H^{TC}_t ; \dots$$

$$H^{PL}_{t+24} = 145,4 + 0,119 H^{TC}_{t+6} + 0,631 H^{PL}_t + 0,196 \Delta H^{TC}_{t+6}$$

* $5 < \Delta H^{TC} < 10\text{cm}$:

$$\tau = 24\text{h} ; \Delta H^{TC} = H^{TC}_t - H^{TC}_{t-6}$$

$$H^{PL}_{t+24} = 56,9 + 0,039 H^{TC}_t + 0,806 H^{PL}_t + 0,174 \Delta H^{TC}_t$$

Các phương trình này cho suất đảm bảo theo thứ tự là 100 %, 87 %, 94 %.

Khi mực nước sông Hồng giảm:

Phương trình dự báo có dạng

$$H^{PL}_{t+24} = f(H^{PL}_t, \Delta H^T) \text{ cho suất đảm bảo cao hơn.}$$

$$* \Delta H^{TC} \geq 20\text{cm} : \tau = 12\text{h} ; \Delta H^{TC}_{t+12} = H^{TC}_{t+6} - H^{TC}_t ; P=100\%$$

$$H^{PL}_{t+24} = -65,6 + 1,144 H^{PL}_t - 1,263 \Delta H^{TC}_{t+12}$$

$$* 10 < \Delta H^{TC} < 20\text{cm} : \tau = 18\text{h} ; \Delta H^{TC}_{t+6} = H^{TC}_t - H^{TC}_{t-6} ; P=85\%.$$

$$H^{PL}_{t+24} = -36,9 + 1,048 H^{PL}_t - 0,896 \Delta H^{TC}_{t+6}$$

$$* 5 < \Delta H^{TC} \leq 10\text{cm} : \tau = 24\text{h} ; \Delta H^{TC}_t = H^{TC}_t - H^{TC}_{t-24} ; P=100\%$$

$$H^{PL}_{t+24} = -34,2 + 1,04 H^{PL}_t - 0,598 \Delta H^{TC}_t$$

Qua các phương trình dự báo trên có thể rút ra nhận xét sau:

- Mỗi sự biến đổi của mực nước sông Hồng đều dẫn đến sự thay đổi quá trình mực nước tại Phả Lại .

- Mực nước sông Hồng biến đổi càng lớn thì thời gian truyền lũ từ Thượng Cát về Phả Lại càng ngắn, lượng nước sông Hồng chuyển qua sông Đuống càng lớn vì rằng các tham số đứng trước H^{TC}_t và ΔH^{TC}_t càng lớn và đứng trước H^{PL}_t càng nhỏ.

Trên đây là một vài kết quả đầu tiên trong việc nghiên cứu sự hình thành và dự báo lũ trên sông Thái Bình do ảnh hưởng chủ yếu của lũ sông Hồng. Chúng đã được kiểm nghiệm qua số liệu của mùa lũ 1991 và sẽ tiếp tục được kiểm nghiệm qua các mùa lũ sau. Hy vọng rằng, những kết quả này sẽ tạo ra một công cụ dự báo mới với suất đảm bảo cao hơn, tiện sử dụng hơn và thích ứng với thực tế mới: từ mùa lũ 1991, công trình Hòa Bình thực sự tham gia chống lũ hạ du sông Hồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Văn Ánh - Dự báo lũ sông Thái Bình tại Phả Lại - Báo cáo tại Hội nghị tổng kết KHKT dự báo KTTV lần thứ III, I-1991, Cục Dự báo
2. Nguyễn Lan Châu, Lê Văn Thạch - Các phương án dự báo hạn ngắn mực nước sông Hồng tại Hà Nội - Báo cáo tại Hội nghị tổng kết KHKT dự báo KTTV lần thứ III, I-1991, Cục Dự báo