

# SỰ PHÂN BỐ VÀ PHÁT TÁN KIM LOẠI NẶNG TRONG ĐẤT VÀ NƯỚC KHU VỰC MỎ THIẾC SƠN DƯƠNG

NGUYỄN VĂN BÌNH, NGUYỄN ĐỨC QUÝ  
VŨ MINH QUÂN, LÊ QUANG THÀNH

## 1. Đặt vấn đề

Khai thác khoáng sản có ảnh hưởng mạnh đến các thành phần của môi trường tự nhiên : đất, nước, thảm thực vật, không khí... Việc nghiên cứu các đặc điểm phân bố, sự phát tán các chất gây ô nhiễm (kim loại nặng...) vào môi trường - cảnh quan tự nhiên sẽ góp phần vào việc đánh giá phạm vi ảnh hưởng của các quá trình khai thác khoáng sản lên môi trường xung quanh. Vấn đề này đã được nghiên cứu ở nước ngoài từ lâu với mức độ khá sâu. Ở Việt Nam, vấn đề phân bố và lan truyền các chất ô nhiễm độc hại (kim loại nặng...) trong các thành phần của môi trường tự nhiên do khai thác khoáng sản chưa được chú ý ở mức độ cần thiết và cũng chưa được tiến hành một cách có hệ thống. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả nghiên cứu sự phân bố và phát tán các kim loại nặng trong đất và nước là hai thành phần nhạy cảm nhất của môi trường tự nhiên ở khu vực mỏ thiếc Sơn Dương (chủ yếu ở thung lũng Ngòi Lẹm - khai trường chính của mỏ Sơn Dương hiện nay).

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

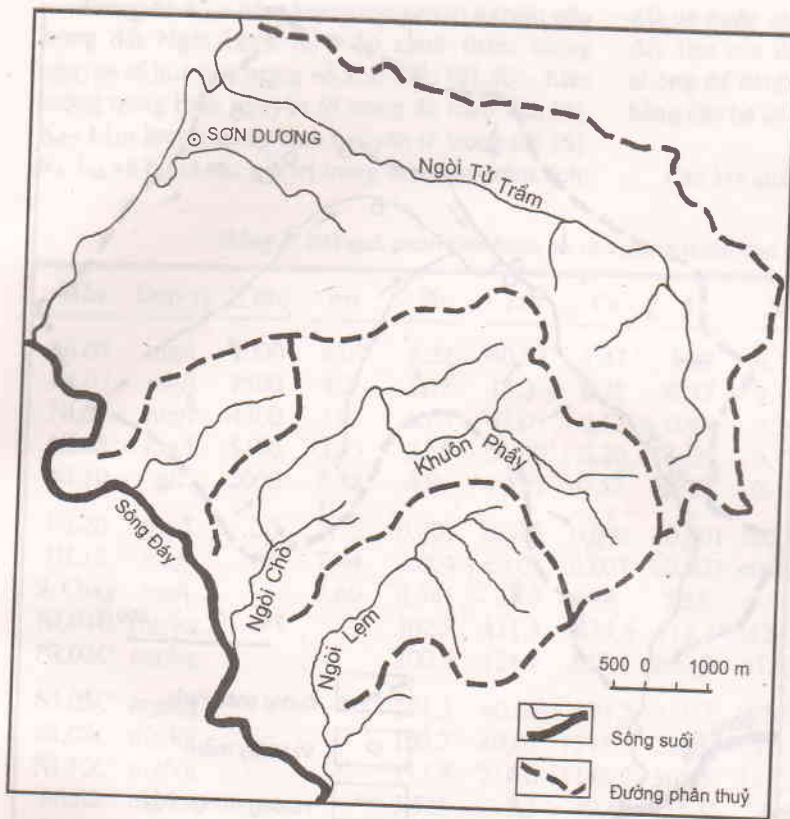
Mỏ thiếc Sơn Dương ở phía đông nam huyện Sơn Dương (Tuyên Quang) thuộc các xã Kháng Nhật, Hợp Hoà và Hợp Thành, bao gồm ba thung lũng chính (hình 1) : Tử Trâm, Khuôn Phây - Ngòi Chò, Ngòi Lẹm và một số thung lũng nhỏ, lẻ khác. Mỏ được phát hiện từ đầu những năm 60 và việc khai thác tiến hành từ năm 1964. Quá trình khai thác và tuyển quặng thiếc ở mỏ Sơn Dương trong hơn 30 năm qua đã sản sinh ra nhiều loại chất thải khác nhau, gây ô nhiễm nghiêm trọng và làm suy thoái các thành phần môi trường tự nhiên trong khu vực mỏ. Các kim loại nặng được chọn nghiên cứu là các nguyên tố hoá học tiêu biểu và đặc

trung cho mỏ thiếc Sơn Dương : Sn, W, Cu, As, Bi, Fe, Pb, Zn, Cd.

Trong các dạng di chuyển (phát tán), thì cách thức di chuyển do dòng chảy (dòng chảy nước mặt, dòng chảy ngầm) đóng vai trò quyết định, các dạng di chuyển khác (khuếch tán, bụi mang đi, do gió...) có vai trò nhỏ hơn nhiều. Chúng tôi chọn thung lũng Ngòi Lẹm (là thung lũng độc lập) để nghiên cứu ; suối chính Ngòi Lẹm chảy về hướng tây nam, uốn lượn trong thung lũng Ngòi Lẹm rồi đổ ra sông Đáy (hình 2). Suối có độ dốc 0,5 - 1°, rộng 3 - 4 m, lưu lượng trung bình 0,12 - 0,17 m<sup>3</sup>/s (những ngày mưa lũ lớn, lưu lượng đạt 25 - 30 m<sup>3</sup>/s). Tốc độ dòng chảy trung bình 1,5 - 2 m/s. Nguồn nước cung cấp cho suối chính là hai hệ thống suối nhánh trái và nhánh phải. Tám suối nhánh trái bắt nguồn từ địa hình núi cao (sườn núi Thanh Sơn) và có lưu vực rộng phân bố trên thành tạo magma Tam Đảo (lưu lượng bình quân đạt 17 - 20 l/s). Năm suối nhánh phải lưu lượng nhỏ (2 - 5 l/s), có nước chảy trong mùa mưa, mùa khô thường là suối cạn.

Diện tích lưu vực thung lũng Ngòi Lẹm ước tính vào khoảng 8.500.000 m<sup>2</sup>. Nước suối chứa HCO<sub>3</sub>-Ca hoặc HCO<sub>3</sub>-Na, tổng độ khoáng hoá nhỏ hơn 60 g/l (mẫu phân tích trước khi có ảnh hưởng mạnh của khai thác khoáng sản), cặn khô 165 mg/l. Nước mặt trong suối chính Ngòi Lẹm có quan hệ trao đổi trực tiếp với nước ngầm. Ở đoạn cuối thung lũng được tiếp thêm nước đá vôi karst (tổng độ khoáng hoá 0,166 - 0,203 g/l).

Lắng đọng trong thung lũng Ngòi Lẹm có các trầm tích bờ rời Đệ Tứ, các trầm tích vụn của đá phiến, đá vôi, đá phun trào axit và một số khối granit nhỏ. Hàm lượng các kim loại nặng ban đầu



Hình 1. Hệ thống sông, suối và đường phân thủy vùng Sơn Dương.

trong đá gốc và mạch quặng vùng Ngòi Lẹm thể hiện trong bảng 1. Đây chính là nguồn cung cấp ban đầu của kim loại nặng cho toàn thung lũng. Quặng thiếc gốc, eluvi, deluvi và sa khoáng do quá trình khai thác và tuyển đã làm phát tán một lần nữa các kim loại nặng vào thung lũng Ngòi Lẹm.

Các mẫu đất đại diện cho thung lũng Ngòi Lẹm lấy ở độ sâu 0,2 - 0,3 m. Các mẫu nước được lấy từ đầu nguồn thải sau tuyển (nơi đổ vào suối Ngòi Lẹm) và dọc suối Ngòi Lẹm. Các mẫu được phân tích bao gồm các mẫu nước, mẫu lắng cặn của chính mẫu nước đó và mẫu bùn sét ven sông suối ngay tại nơi lấy mẫu nước. Mẫu được phân tích bằng phương pháp quang phổ định lượng trên máy cách tử nhiễu xạ DFC - 8 - 3 theo tiêu chuẩn phân tích ASTM (phòng Hoá - Quang phổ - Viện Địa chất - Trung tâm KHTN&CNQG).

Bảng 1. Hàm lượng kim loại nặng trong đá và các mạch quặng Ngòi Lẹm\* (g/t)

Số lượng mẫu	Tên đá, mạch quặng	Sn	Cu	As	Zn	Bi	Pb	W
1	Riolit	3,6	-	-	110	36	16	120
22	Granit	9,5	40	-	73	2,3	38	7,5
1	Đá phiến sericit	9600	50	3500	800	80	-	-
1	Đá phiến thạch anh - sericit	5050	120	16800	1600	180	-	-
2	Đá phiến bị cà nát	7500	350	62700	400	500	-	-
5	Đá phiến bị biến đổi	6760	110	46900	970	220	-	-
4	Thạch anh - sắt - turmalin	13900	120	58000	600	730	-	-
2	Thạch anh - sắt - turmalin - sulfur	17900	75	40750	200	90	-	-
4	Thạch anh - sulfur - turmalin	17800	5500	61000	750	410	-	-
1	Thạch anh - oxyt sắt - cassiterit	10400	50	76400	800	400	-	-
4	Thạch anh - sulfur - biotit - turmalin - cassiterit	13400	5660	38600	970	340	-	-
2	Thạch anh - oxyt sắt - sulfur	12500	90	228300	-	600	-	-

\* Xây dựng theo tài liệu của đoàn ĐC 109 lưu trữ tại mỏ thiếc Sơn Dương và [2]

### 3. Kết quả nghiên cứu

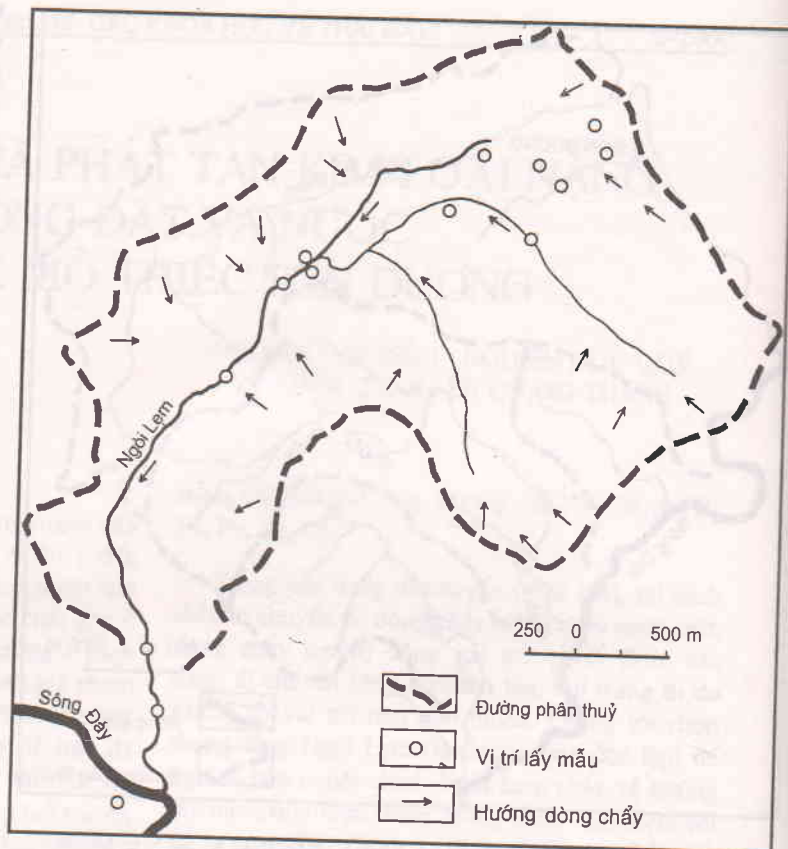
Kết quả phân tích mẫu đất thung lũng Ngòi Lẹm được thể hiện ở bảng 2.

Trong bảng 2 : NL18 - đất màu vàng, vàng nâu - sườn thung lũng Ngòi Lẹm (độ cao 10 - 20 m so với mặt thung lũng), NL19 - mẫu đất đỏ nâu, đỏ tươi, chân sườn thung lũng Ngòi Lẹm, NL21 - đất đen, đen xám - sườn thung lũng Ngòi Lẹm (độ cao ~30m so với mặt thung lũng), NL22 - đất nâu đỏ, nâu vàng - chân sườn thung lũng Ngòi Lẹm.

Kết quả phân tích nước và cặn trong nước dọc tuyến suối Ngòi Lẹm được thể hiện trong bảng 3 : NL01 - mẫu nước thải (đầu ra của xưởng nghiên cứu), NL02 - mẫu đất - bùn cùng vị trí, NL03 - mẫu hoà trộn giữa nước thải và nước suối Ngòi Lẹm (có ảnh hưởng của quá trình nghiên cứu ở phía trên), NL04 - mẫu đất - bùn cùng vị trí, NL05 - mẫu nước suối Ngòi Lẹm cách NL03 150 m, NL06 - mẫu đất - bùn cùng vị trí, NL08 - mẫu nước suối Ngòi Lẹm cách NL05 650 m, NL09 - mẫu đất - bùn cùng vị trí, NL10 - mẫu nước suối Ngòi Lẹm (đoạn cuối suối cách NL08 2.000 m, cách sông Đáy 600 m), NL12 - mẫu nước sông Đáy, NL20 - mẫu nước suối 4T (trên sườn thung lũng, nơi gần như không bị ảnh hưởng của quá trình khai thác - nghiên cứu - tuyến), NL01C, NL03C, NL05C, NL08C, NL10C - cặn trong mẫu

Bảng 2. Hàm lượng kim loại nặng trong đất thung lũng Ngòi Lẹm (mg/kg)

Mẫu	Cd	Pb	Zn	Cu	Bi	W	Fe
NL18	0,23	0,69	8	2,76	<0,001	<0,001	2300
NL19	0,22	0,64	68	25,2	<0,001	0,504	1900
NL21	1,56	1,509	16	7,05	<0,001	<0,001	4000
NL22	0,29	2,44	8	0,76	0,29	<0,001	2100
TB	0,575	1,32	25	8,94	0,29	0,504	2575



Hình 2. Bồn chứa nước Ngòi Lẹm và mạng lưới lấy mẫu

nước tương ứng. Để so sánh chúng tôi cũng dẫn ra ở đây mẫu nước của sông Chảy.

### 4. Phân tích kết quả và thảo luận

Kim loại nặng từ đá gốc, đá chứa các mạch quặng thiếc gốc, thiếc aluvi, thiếc deluvi phát tán (di chuyển) ở hai bên ven rìa thung lũng Ngòi Lẹm theo các cơ chế : khuếch tán, đối lưu, thấm và các quá trình có mức độ biểu hiện yếu hơn (tán xạ...). Tổng hợp của các quá trình này dẫn đến trong các mẫu đất ven thung lũng Ngòi Lẹm các kim loại nặng được làm giàu và phân bố lại một lần nữa.

Để nghiên cứu đặc điểm phân bố và mức độ tập trung kim loại nặng trong đất thung lũng Ngòi Lẹm chúng tôi sử dụng các công thức sau :

$$K_k = K_x / K_c$$

$$K_T = K_x / K_t$$

$$K_D = K_x / K_d$$

Trong đó  $K_x$  - hàm lượng nguyên tố nghiên cứu trong đất Ngòi Lẹm,  $K_c$  - Số clark (hàm lượng nguyên tố hoá học trong vỏ Trái Đất) [6],  $K_t$  - hàm lượng trung bình nguyên tố trong đá trầm tích [6],  $K_d$  - hàm lượng trung bình nguyên tố trong đất [6].  $K_t$ ,  $K_d$ , và  $K_N$  là các giá trị trung bình của trầm tích,

đất và nước sông được tính dựa trên nhiều số liệu đại diện của thế giới và được chúng tôi dùng làm phòng để đánh giá mức độ tập trung của kim loại bằng các hệ số  $K_k$ ,  $K_T$ ,  $K_D$  và  $K_n$ .

Các kết quả tính toán thể hiện ở *bảng 4*.

*Bảng 3. Kết quả phân tích nước và cặn trong nước đục theo tuyến Ngòi Lẹm*

Mẫu	Đơn vị	$\Sigma$ cặn	pH	Pb	Zn	Cu	As	Sn	Bi	Fe	W	Cd
NL01	mg/l	7000	4,07	4,22	40,51	1,47	1,68	0,14	0,14	42,06	<0,001	<0,001
NL03	mg/l	2500	4,2	5,15	15,3	0,75	0,52	0,11	0,12	16,22	<0,001	<0,001
NL05	mg/l	4300	3,85	2,63	43,05	0,13	0,91	0,26	<0,001	13,76	<0,001	<0,001
NL08	mg/l	5100	3,75	3,15	51,02	0,20	1,04	0,11	<0,001	33,66	<0,001	<0,001
NL10	g/l	2000	6,88	4,0	<0,01	0,52	0,43	0,12	<0,001	50,00	<0,001	0,12
NL20	mg/l	30	6,79	0,005	0,025	0,004	<0,001	0,007	<0,001	0,70	0,002	0,002
NL12	mg/l	67	7,44	0,004	<0,01	0,007	<0,001	<0,001	<0,001	0,39	<0,001	0,002
S. Chảy	mg/l	-	7,60	0,541	38,7	4,34	5,65			0,291		0,117
NL01C	mg/kg	-	-	302,5	311,3	3274,4	515,3	5120,3	32,1	>15%	11,2	12,2
NL03C	mg/kg	-	-	300,5	124,5	107,3	362,0	312,5	35,4	12%	<0,001	34,1
NL05C	mg/kg	-	-	221,3	<0,01	31,5	211,7	102,45	30,8	9%	<0,001	32,4
NL08C	mg/kg	-	-	107,7	<0,01	1215,6	224,6	114,7	30,1	12%	7,1	27,89
NL10C	mg/kg	-	-	112,4	214,6	3142,7	305,5	143,5	29,6	15%	5,6	29,8
NL02	mg/kg	-	-	3,535	8,5	49,49	35,35	0,99	0,71	10600	<0,001	2,12
NL04	mg/kg	-	-	2,301	9,7	115,05	23,01	0,84	0,77	57500	<0,001	0,92
NL06	mg/kg	-	-	6,168	63	102,8	63,74	<0,001	<0,001	11900	<0,001	6,17
NL09	mg/kg	-	-	0,486	145	15,1	17,01	<0,001	0,53	3400	<0,001	0,68
NL11	mg/kg	-	-	0,478	15	15,3	15,29	<0,001	0,48	2200	<0,001	8,13

*Bảng 4. Hệ số tập trung kim loại nặng trong đất thung lũng Ngòi Lẹm*

Kim loại	$K_k$ so với trí số clark					$K_D$ so với đất của thế giới					$K_T$ so với đá trầm tích của thế giới				
	NL18	NL19	NL21	NL22	TB	NL18	NL19	NL21	NL22	TB	NL18	NL19	NL21	NL22	TB
Cd	1,77	1,69	12,0	2,23	4,42	0,46	0,44	3,12	0,58	1,15	7,67	7,33	52	9,67	19,17
Pb	0,043	0,04	0,094	0,153	0,0825	0,069	0,064	0,1509	0,24	0,13	0,0345	0,032	0,075	0,122	0,066
Zn	0,096	0,82	0,19	0,096	0,30	0,16	1,36	0,32	0,16	0,50	0,1	0,85	0,2	0,1	0,31
Cu	0,059	0,536	0,15	0,016	0,190	1,38	12,6	3,53	0,38	4,473	0,048	0,44	0,12	0,013	0,16
Bi	-	-	-	32,2	32,2						-	-	-	29	29
W	-	0,39	-	-	0,39						-	0,252	-	-	0,252
Fe	0,049	0,041	0,087	0,045	0,0555	0,061	0,05	0,105	0,055	0,068	0,069	0,057	0,12	0,063	0,077

So sánh hàm lượng các kim loại nặng : Pb, Zn, Cu, Bi, W... trong đất thung lũng Ngòi Lẹm với hàm lượng của chúng trong đá gốc và mạch quặng cùng vùng Ngòi Lẹm (bảng 1, 2 và các hệ số  $K_k$ ,  $K_T$ ,  $K_D$ ), có thể thấy rằng, hàm lượng kim loại nặng

trong đất vùng này thấp hơn trong đá gốc rất nhiều, nếu so với mạch quặng thì càng thấp hơn nữa. So với số clark, hàm lượng kim loại nặng trong đất vùng Ngòi Lẹm cũng thấp hơn nhiều (trừ Cd cao hơn clark), so với đất và đá trầm tích (trung

binh của thế giới), hàm lượng các kim loại nặng trong thung lũng Ngòi Lẹm cũng thấp hơn (trừ Cd). Điều đó chứng tỏ các kim loại nặng không tích tụ trong đất ở Ngòi Lẹm mà bị phân tán rất mạnh.

So sánh hàm lượng kim loại nặng (Pb, Zn, Cu, As, Sn, Bi, Fe, W, Cd) trong cặn, trong bùn ven suối (có ảnh hưởng của chất thải nghiên tuyến) và hàm lượng của chúng trong đất ven thung lũng Ngòi Lẹm (bảng 2, 3) có thể thấy : hàm lượng các kim loại nặng trong cặn lắng từ nước thải và nước suối Ngòi Lẹm cao hơn rất nhiều so với hàm lượng của chúng trong bùn ven dòng chảy và hàm lượng kim

loại nặng độc hại trong bùn sét ven dòng chảy cao hơn nhiều so với trong đất thung lũng Ngòi Lẹm.

Để đánh giá mức tập trung các kim loại nặng trong nước suối Ngòi Lẹm (bảng 5) so với nước sông trung bình của thế giới (Livingston 1963, Turekian 1969), chúng tôi sử dụng công thức :

$$K_n = K_y/K_N$$

trong đó :  $K_y$  - hàm lượng kim loại nặng trong nước suối Ngòi Lẹm,  $K_N$  - Hàm lượng kim loại nặng trung bình trong nước sông trên thế giới [5].

Bảng 5. Hệ số tập trung kim loại nặng trong nước suối Ngòi Lẹm ( $K_N$ )

Mẫu	Pb	Zn	Cu	As	Sn	Bi	Fe	W	Cd
NL01	1406,7	2027	210	840	280	7000	62,8	< 33,3	< 9,1
NL03	1716,7	765	107,1	260	220	6000	24,2	< 33,3	< 9,1
NL05	876,7	2152,5	8,6	455	520	< 50	20,6	< 33,3	< 9,1
NL08	1050	2551	28,6	520	220	< 50	50,2	< 33,3	< 9,1
NL10	1300,3	<0,5	74,3	215	240	< 50	74,6	< 33,3	
TB 4 mẫu	1236	1828	546	362	300	-	42,4	-	-

Qua bảng 5 có thể thấy các kim loại nặng : Pb, Zn, Cu, As, Sn, Bi, Fe, W, Cd có mật độ tập trung rất cao so với nước sông của thế giới (từ vài chục đến hàng nghìn lần). So với tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 5942-1995, dùng cho các mục đích khác, ngoài nước sinh hoạt), có thể thấy rằng nước suối Ngòi Lẹm bị ô nhiễm nặng cả về chỉ tiêu độ axit (giá trị thấp của pH) và hàm lượng các kim loại nặng trong nước.

Để đánh giá cường độ phát tán tương đối của kim loại nặng trong nước suối Ngòi Lẹm, chúng tôi sử dụng hệ số di chuyển nước của [3, 4] :

$$K_p = m_x \cdot 100 / a_x \cdot n_x$$

trong đó :  $a_x$  - tổng cặn (tổng khoáng hoá - g/l),  $n_x$  - hàm lượng kim loại trong vỏ Trái Đất - số clark (%),  $m_x$  - hàm lượng kim loại hoà tan trong nước (g/l). Kết quả tính toán thể hiện ở bảng 6.

Bảng 6. Cường độ di chuyển tương đối của kim loại nặng trong nước suối Ngòi Lẹm ( $K_p$ )

Mẫu	Pb	Zn	Cu	As	Bi	Sn	Fe	W	Cd
NL01	37,68	69,72	4,47	141,18	2222	8	0,13	<0,11	<1,1
NL03	128,75	73,7	6,38	122,35	5333,3	17,6	0,14	<0,31	<3,08
NL05	38,23	120,6	0,643	124,49	<25,8	24,19	0,069	<0,18	<1,79
NL08	38,60	120,53	0,83	119,95	<21,8	8,63	0,14	<0,15	<1,50
NL10	125	<0,06	5,53	126,47	<55,5	24	0,54	<0,38	462,5
TB 4 mẫu	82,65	104,8	3,35	123,3	-	18,6	0,22	-	-

Từ bảng 6, có thể lập ra dãy (theo chiều giảm) của tính linh động (khả năng di chuyển - phát tán)

trong nước suối Ngòi Lẹm : As > Zn > Pb > Sn > Cu > Fe (Cd, Bi, W chưa đủ tài liệu đánh giá).

Như vậy, các kim loại nặng độc hại hơn như As, Pb, Zn lại linh động hơn và di chuyển xa hơn (mức độ ảnh hưởng xa hơn) so với các kim loại nặng kém độc hại hơn như Sn, Cu, Fe...

Độ axit lớn (giá trị pH thấp) trong nước suối Ngòi Lẹm và hàm lượng tăng cao của kim loại nặng độc hại trong nước suối chứng tỏ có dòng axit trong nước suối Ngòi Lẹm.

Từ các kết quả trên có thể thấy rằng kim loại nặng ở thung lũng Ngòi Lẹm được tập trung hơn cả trong nước và bùn sét ven lòng suối, trong đất tự nhiên không bị ảnh hưởng của quá trình khai thác - tuyến quặng, mức độ tập trung thấp hơn nhiều.

### KẾT LUẬN

Dựa trên các kết quả phân tích mẫu đất, mẫu nước, mẫu bùn sét ven dòng chảy thung lũng, các tác giả đã đánh giá sự phân bố của kim loại nặng độc hại (As, Pb, Bi, Zn, Sn, W, Cu, Cd, Fe) trong các hệ thống cảnh quan của môi trường tự nhiên khu vực mỏ đang khai thác. Đã xác định sự có mặt của kim loại nặng trong các mẫu đất, nước, bùn thải ven suối cao hơn tiêu chuẩn cho phép và là một trong các nguồn gây ô nhiễm môi trường. Các tác giả đã nghiên cứu sự lan truyền các kim loại nặng này trong môi trường đất và dọc theo dòng chảy của nước mặt, đã xác định thông số về cường độ di chuyển trong môi trường nước.

Để giảm nhẹ và khắc phục dần các tác động tiêu cực của quá trình khai thác, chế biến khoáng sản cần tiến hành một số giải pháp sau đây :

a) Thay thế thiết bị và công nghệ lạc hậu, thiếu đồng bộ bằng các thiết bị và công nghệ tiên tiến hơn (công nghệ sạch...) nhằm giảm bớt khối lượng thải, giảm bớt ô nhiễm và tránh tổn thất tài nguyên.

b) Lắp đặt các hệ thống xử lý trước khi đổ thải ra môi trường ; có quy hoạch và xây dựng các bãi chứa trung gian, bãi thải, bãi chôn lấp, bể lắng, hồ chứa, đập chắn.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] ĐẶNG KIM CHI, 1998 : Hoá học môi trường. Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.

[2] DƯƠNG ĐỨC KIÊM và nnk, 1995 : Tiềm năng khoáng sản thiếc và các nguyên tố đi kèm ở Việt Nam. Báo cáo Hội nghị khoa học địa chất Việt Nam lần thứ III, 441- 448. Hà Nội.

[3] A.I. PERELMAN, 1972 : Địa hoá các nguyên tố trong đời biểu sinh. Nxb Nedra Moskva (Nga văn).

[4] A.I. PERELMAN, 1975 : Địa hoá cảnh quan. Nxb Đại học, Moskva. (Nga văn).

[5] S.L. SHVARTSEV, 1978 : Thuỷ địa hoá đời biểu sinh. Nedra, Moskva. (Nga văn).

[6] Sổ tay địa hoá ngắn gọn, 1977. Nedra, Moskva, (Nga văn).

### SUMMARY

#### Distribution and migration of heavy metals in soil and water at Son Duong tin deposit area

The environment pollution problems due to mineral resources exploration are very complicated and varied. In this article the authors propose some results of investigation on distribution and migration of the heavy metals (by some parameters such as: concentration, migration intensity...) in soil and water of Ngòi Lẹm valley in Son Duong tin deposit.

Ngày nhận bài : 05-4-2000

Viện Khoa học Vật liệu