

TÀI NGUYÊN ĐÁ CARBONAT TRONG ĐỚI CẤU TRÚC HẠ LANG

HOÀNG BÁ QUYẾT

Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Bắc, Nguyễn Văn Cừ, Long Biên, Hà Nội

Tóm tắt: Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Bắc đã hoàn thành điều tra, lập bản đồ địa chất khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 trên toàn diện tích đới cấu trúc Hạ Lang với diện tích khoảng 2.400 km². Trong đó, các đá carbonat phân bố rộng rãi trên diện tích khoảng 1.550 km², tập trung trong các hệ tầng Nà Quản (D₁-D_{2e} nq), Bản Cồng (D_{2gv} bcg), Nà Đấng (D_{2gv}-D_{3fr} nđ), Tóc Tát (D₃-C₁ tt), Bắc Sơn (C-P bs), Lũng Nặm (C₁ ln). Kết quả đo vẽ địa chất tỷ lệ 1:50.000 và điều tra khoáng sản chi tiết các vùng Cách Linh, Bản Nưa, Bản Thân, Thượng Thôn, Quang Long, Quảng Uyên, Nà Vương đã xác định các đá carbonat có chất lượng tốt, quy mô lớn, có thể sử dụng làm khoáng chất công nghiệp, vật liệu xây dựng, đá mỹ nghệ. Các tầng đá carbonat còn góp phần tạo nên các di sản địa mạo như hang động, thác nước và cảnh quan thiên nhiên, có giá trị để phát triển du lịch.

I. MỞ ĐẦU

Đá trầm tích carbonat có hai loại chính, đó là đá vôi và dolomit. Ngoài ra còn có những loại đá trung gian (hỗn hợp) khác tùy thuộc vào các hợp phần phi carbonat tham gia vào như sét, silit, cát, bitum, than v.v... Các đá carbonat trong đới Hạ Lang đều có tuổi Paleozoi, phân bố rộng rãi, chiếm một diện tích khoảng 1550 km² (Hình 1, 2). Chúng là các thành tạo quan trọng nhất trong cấu trúc đới Hạ Lang thuộc vùng Đông Bắc Việt Nam theo sơ đồ phân vùng kiến tạo của Dovjicov A.E., 1965. Đây là đới cấu trúc địa chất rất phức tạp, có lịch sử phát triển địa chất lâu dài, chịu ảnh hưởng của các quá trình hoạt động kiến tạo, biến dạng mạnh mẽ.

Trong quá trình đo vẽ lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Lạng Sơn [6], Cao Bằng - Đông Khê [4], Trùng Khánh [3], Hà Quảng [7] đã phát hiện, điều tra chi tiết và tính tài nguyên dự báo cấp 334a ở sáu vùng đá vôi có triển vọng: đá vôi xi măng Cách Linh, Quang Long, Quảng Uyên, Bản Kín, đá vôi ốp lát Bản Nưa (đá vôi đen), Bản Thân (đá vôi phân dải, vân đỏ), và một vùng đá dolomit có triển vọng: dolomit Nà Vương. Ngoài ra còn có một số diện tích đá vôi ở phía nam của đới cũng đã được nghiên cứu nhưng ở mức độ sơ bộ. Nhìn chung, các loại đá vôi, dolomit có chất lượng tốt, đạt tiêu chuẩn sử dụng trong nhiều ngành công nghiệp.

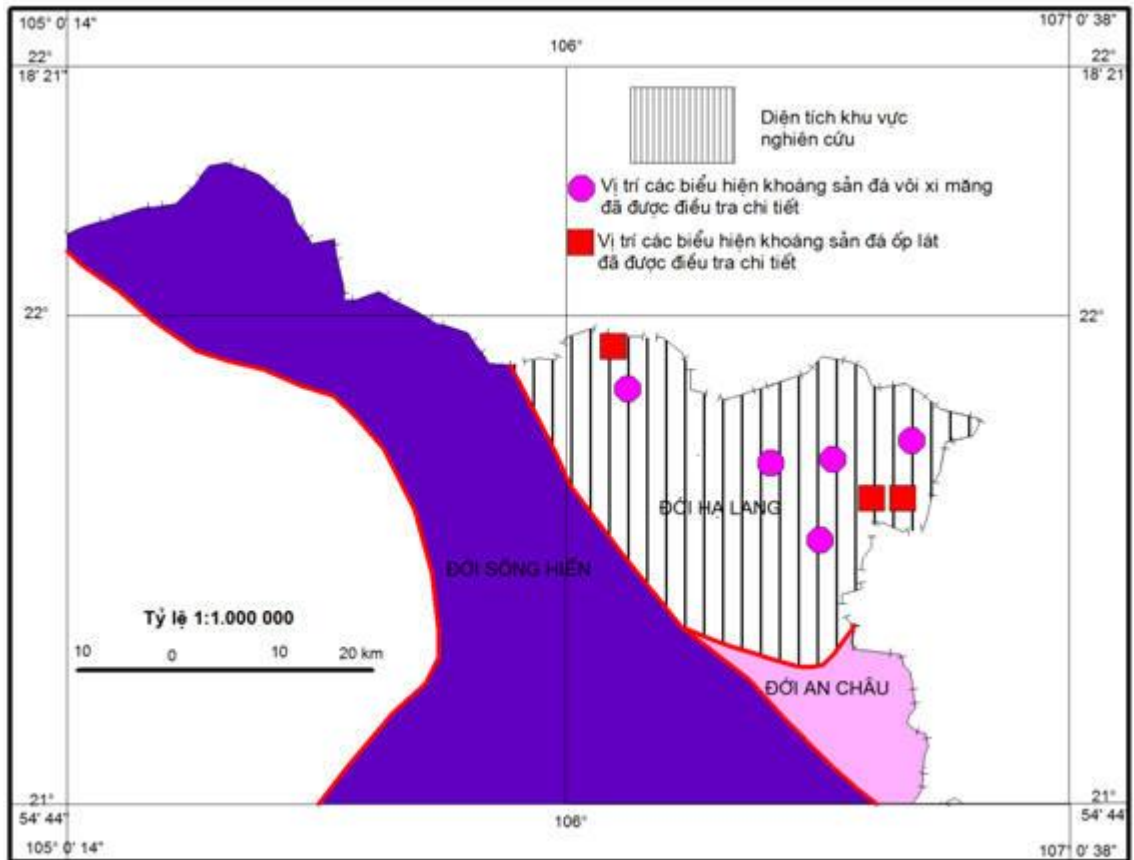
II. ĐÁ CARBONAT TRONG CÁC PHÂN VỊ ĐỊA TẦNG PHÂN BỐ TẠI ĐỚI CẤU TRÚC HẠ LANG

Các đá carbonat trong đới cấu trúc Hạ Lang lộ ra trên diện rộng tại các huyện Hà Quảng, Hòa An, Trà Lĩnh, Hạ Lang, Quảng Uyên, Trà Lĩnh, Trùng Khánh, Phục Hòa, tỉnh Cao Bằng. Trên bản đồ địa chất, chúng thuộc các phân vị địa chất sau đây:

- Hệ tầng Nà Quản: Chủ yếu là các đá vôi, đá vôi silic màu xám, xám đen phân lớp trung bình 10-25 cm, đá vôi dolomit, lớp mỏng silic chứa phong phú hoá thạch San hô, Tay cuộn, Cúc đá. Dày 100-340 m.

- Hệ tầng Bản Cồng: Chủ yếu là các đá vôi, đá vôi bị hoa hoá, dolomit hoá hạt nhỏ - vừa, phân lớp dày, dạng khối, màu trắng, trắng xám, chứa phong phú hóa thạch Lỗ tầng, Tay cuộn và San hô. Dày 190-520 m.

- Hệ tầng Nà Đấng: Đá vôi màu đen, xám đen, đá vôi vi hạt màu đen phân lớp dày 2,5-4,0 m, đá vôi silic, silic vôi, đá vôi sét, đá phiến silic, silic chứa vôi, chứa phong phú hóa thạch Trùng lỗ, Răng nón, San hô, Vỏ nón. Dày 250-410 m. Các đá của hệ tầng này nằm khá ổn định trên bản đồ và mặt cắt chúng kẹp giữa các đá của hệ tầng Bản Cồng và hệ tầng Bằng Ca.



Hình 1. Vị trí đới cấu trúc Hạ Lang trong mối quan hệ với các yếu tố cấu trúc lớn của Đông Bắc Bộ

(theo sơ đồ phân vùng kiến tạo Miền Bắc Việt Nam của Dovjikov A.E. và nnk, năm 1965).

- Hệ tầng Tóc Tát, gồm hai tập:

+ Tập 1: Đá vôi silic phân dải vân đỏ, phớt hồng, sặc sỡ, loang lổ xen ít lớp đá vôi phân lớp mỏng đến dày từ 10-70 cm. Trong tập này chứa phong phú hoá thạch Răng nón: *Palmatolepis glabra*; *Pa. distorta*; *Pa. Pectinata*. Dày 100-130 m.

+ Tập 2: Đá vôi vi hạt phân dải mờ, đá vôi phân dải, màu xám trắng, sặc sỡ, phân lớp mỏng, trung bình tới dày từ 5-50 cm. Trong tập có một vỉa quặng mangan dày 0,7-2 m. Trong đá vôi chứa hoá thạch Răng nón: *Palmatolepis glabra*; *Pa. gracilis*; *Pa. Sigmoidalis*. Dày 70-110 m.

Hệ tầng	Ký hiệu	Bề dày (m)	ĐẶC ĐIỂM ĐÁ VÀ HÓA THẠCH
ĐỒNG ĐÀNG	P _{sd}	>330	Đá vôi sét, đá vôi xen đá vôi sét, đá màu xám, xám đen, phân lớp mỏng, trung bình đến dày, chứa hoá thạch Trùng lỗ: <i>Neoendothyra</i> sp., bauxit màu xám xanh, tím, sạn kết, cuội kết vôi, ít sét kết màu xám.
BẮC SƠN	C-Pbs	330 - 1360	Cuội kết vôi bị ép, đá vôi màu xám, xám sáng, xám trắng, ít màu xám đen, phốt hồng, loang lổ, đá hạt mịn, phân lớp trung bình đến dạng khối, đôi chỗ bị hoa hoá, dolomit hoá, ít chỗ phân lớp mỏng đến trung bình. Trong đá chứa hoá thạch Trùng lỗ: <i>Fusulina</i> sp., <i>Pseudoendothyra</i> sp., <i>Planoendothyra</i> sp., <i>Globivalvulina</i> sp.,..... San hô, Huệ biển, Răng nón: <i>Locchricamonodosa</i> , <i>Locchricanodosa</i> .
LŨNG NẬM	C ₁ In ₂	>100-200	Đá vôi silic, đá vôi hạt không đều xen đá silic vôi, đá vôi sinh vật ít silic, đá màu đen, chứa phong phú hoá thạch Gai bọt biển: <i>Spongonit</i> , Răng nón: <i>Siphonodella isosticha</i> , Huệ biển: <i>kuangtungensis</i> J. Dubat.et.Shao, <i>Permodiscus</i> sp.,.....Trùng lỗ: <i>Glomospina ovalit</i> Malakh..... Lỗ tắng: <i>Endothyra</i> sp., <i>Spirobransia</i> sp.,.....
	C ₁ In ₁	50-160	Đá phiến silic, đá sét silic, silic vôi màu xám đen phong hoá xám trắng, chứa lớp mỏng, vôi, thấu kính mangan, đá vôi silic. Trong đá chứa hóa thạch Tay cuộn, Gai bọt biển, Răng nón, Huệ biển.
TỐC TẮT	D ₂ -C ₁ It ₁	50-110	Đá vôi vi hạt, đá vôi phân dải màu xám sáng, xám trắng xen ít đá sét silic vôi, silic chứa vôi và quặng mangan. Trong đá chứa hoá thạch Răng nón: <i>Palmatolepis hassi</i> ... Lỗ tắng: <i>Endothyra</i>
	D ₂ -C ₁ It ₂	30-220	Đá vôi sét, đá vôi silic phân dải vân đỏ, xám sáng, sặc sỡ, phân lớp không đều. Trong đá chứa hoá thạch Răng nón: <i>Palmatolepis hassi</i> , <i>Pa. pectinata</i> ...
BĂNG CA	D ₂ frbc	110-250	Đá phiến silic, sét silic vôi, sét silic, silic sét màu xám đen, xám tro, xen ít lớp mỏng đá phiến sét sericit chlorit, thấu kính đá vôi, bột kết vôi chứa mangan, đá vôi sét. Trong đá chứa hóa thạch Răng nón: <i>Palmatolepis hassi</i> , <i>Polygnathus</i> sp.,
NÀ ĐÀNG	D ₂ gy-D ₂ frnd	250-410	Đá vôi màu đen, xám đen, xám trắng, đá vôi vi hạt, đá vôi silic, silic vôi phân dải màu xám trắng, đá vôi sét, lớp mỏng phiến silic, sét silic chứa vôi, thấu kính đá phiến sét sericit chlorit. Trong đá vôi vi hạt và đá vôi silic chứa hóa thạch Răng nón: <i>Polygnathus pseudofoliatus</i> , <i>Panderodus</i> sp. và Trùng lỗ: <i>Eotuberitina reitlingerae</i>
BẢN CÔNG	D ₂ gvbcg	190-520	Đá vôi bị hoa hóa, dolomit hóa hạt nhỏ - vừa bị ép phân lớp dày đến dạng khối, đá vôi màu trắng, trắng xám phân lớp dày đến dạng khối
NÀ QUẢN	D ₂ -D ₂ eng	100-340	Đá vôi vi hạt màu xám, xám đen, đá vôi silic màu xám đen phân lớp trung bình, đá vôi dolomit, lớp mỏng silic, silic sét, đá vôi sét màu xám đen chứa phong phú hóa thạch: Cúc đá <i>Anetoceras</i> sp. indet hoặc <i>Erbenoceras</i> sp. indet; San hô: <i>Stictostroma</i> cf. <i>kolymense</i> , <i>Alveolites</i> cf. <i>taenioformis</i> , <i>Crassialveolites</i> sp., <i>Amphipora</i> sp. (cf.) <i>rasilis</i> và <i>Tentaculita</i>
MIA LÊ	D ₂ ml	>100	Bột kết, sét bột kết màu xám vàng chứa phong phú hóa thạch Tay cuộn

Hình 2. Cột địa tầng tổng hợp đối cấu trúc Hạ Lang.

Các đá của tập 1 chuyển tiếp từ đá silic, silic vôi chứa lớp mỏng mangan thuộc hệ tầng Băng Ca. Còn phía trên, các đá tập 2 chuyển tiếp lên đá silic của hệ tầng Lũng Nậm.

Hệ tầng Lũng Nậm gồm hai tập:

- Tập 1: Đá silic, sét silic, ít thấu kính đá vôi, màu xám đen phong hoá xám trắng, xám vàng phân lớp rất mỏng đến mỏng (từ vài mm tới 3-5 cm), các thấu kính mangan dày 0,2-0,7 m. Trong đá vôi chứa hoá thạch Răng nón *Siphonodella* sp. Dày 50-160 m.

- Tập 2: Đá vôi sinh vật màu xám đen, hạt thô, phân lớp mỏng tới dày từ 5-70 cm xen ít lớp mỏng đá vôi silic và đá silic. Đá vôi silic chứa sinh vật bị phong hoá tạo thành đá silic xốp. Đá vôi chứa Trùng lỗ: *Palaeospiroplectamminatchernyshinensis*; *Spinoendothyra* sp.; *Endothyra* sp.; và nhiều di tích Huệ biển, Gai bọt biển. Dày 100-200 m.

- Hệ tầng Bắc Sơn: Đá vôi, đá vôi hoa hoá, đá vôi trứng cá, đá hoa, đá vôi dolomit hoá và đá hoa dolomit, chứa phong phú hóa thạch Trùng lỗ *Alaeospiro-plectamina*, *Spinoendothyra* sp.; Trùng thoi, Huệ biển. Dày 330-1360 m.

Đá carbonat trong các tầng đá nêu trên là các khoáng chất công nghiệp có giá trị kinh tế, đá làm vật liệu xây dựng, đá mỹ nghệ và tạo nên các tài nguyên địa chất khác như hang động, thác nước và cảnh quan tự nhiên có giá trị.

III. TÀI NGUYÊN KHOÁNG CHẤT CÔNG NGHIỆP

Tài nguyên khoáng chất công nghiệp trong các tầng đá carbonat bao gồm đá vôi làm nguyên liệu xi măng, đá vôi sạch, dolomit.

1. Đá vôi làm nguyên liệu xi măng

Đá vôi làm nguyên liệu xi măng phổ biến rộng rãi trong đới cấu trúc Hạ Lang, chúng chiếm khoảng 3/4 diện tích đá vôi của vùng nghiên cứu. Các đá này tập trung trong:

- Tập đá vôi màu xám trắng, đá vôi trứng cá có màu xám đen, xám ghi, xám sáng, xám trắng đến trắng kiến trúc hạt mịn đến vi hạt, cấu tạo phân lớp dày đến dạng khối, thuộc hệ tầng Bắc Sơn (Ảnh 1).

- Tập đá vôi vi hạt, hạt nhỏ màu xám sáng, xen kẹp ít lớp đá vôi màu xám, cấu tạo phân lớp dày đến dạng khối, thuộc hệ lớp 1,3 của hệ tầng Bản Cống.

Các thân khoáng đá vôi thường có thể nằm đơn nghiêng về phía đông nam với góc dốc 20-30⁰. Chúng phân bố tạo thành các dải kéo dài theo phương tây bắc - đông nam tại các khu vực Cách Linh, Hồng Đại, Đại Sơn, Tà Lùng thuộc huyện Phục Hòa... [5] và Bản Kinh, xã Quốc Dân, huyện Hạ Lang, Hồng Định, Hồng Quang, Quang Long, Quảng Uyên... [3], Lũng Nặm, Thượng Thôn, Tổng Cọt, Đức Xuân... [7].

Thành phần khoáng vật chủ yếu là calcit (>90 %). Kết quả phân tích 123 mẫu hóa carbonat cho thấy đá vôi có chất lượng đáp ứng yêu cầu làm đá vôi xi măng với hàm lượng trung bình các oxyt: CaO: 53,74-54,56 %, MgO: 0,41-1,24 %, SO₃: < 0,01-0,1 % (Bảng 1, 2). Tại các khu vực nói trên, đã điều tra chi tiết, khoan định được 8 thân khoáng đá vôi xi măng có chiều dài từ 1,4-4,0 km, chiều rộng từ 100-300 m, bề dày từ 50-200 m. Tài nguyên dự báo cấp 334a cho các thân khoáng: 2,9 tỉ tấn.

Bảng 1. Kết quả phân tích mẫu hóa các đá carbonat trong một số hệ tầng

STT	Hệ tầng	Tên đá	Hàm lượng các oxyt (%)										
			SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CKT
1	Đồng Đăng	Đá vôi dolomit	1,97	0,44	0,04	0,72	49,77	3,03	0,01	0,11	0,08	0,04	2,53
2	Bắc Sơn	Đá vôi	0,13	0,13	0,00	0,14	54,66	0,39	0,02	0,16	0,06	0,05	0,17
		Đá vôi sạch	0,38	0,10	0,00	0,20	55,24	0,20	0,01	0,04	0,00	0,04	2,4
3	Lũng Nặm	Đá vôi	3,33	0,18	0,03	0,25	53,0	0,30	0,1	0,13	0,04	0,11	3,6
4	Tóc Tát	Đá vôi	1,59	0,31	0,04	0,71	53,21	0,60	0,04	0,16	0,10	0,05	14,5
		Đá vôi phân dải	12,44	0,69	0,18	1,89	45,14	1,61	0,02	0,26	0,32	0,06	14,5
		Đá vôi chứa dolomit	0,28	0,10	0,00	0,41	48,51	5,84	0,10	0,1	0,14	0,08	0,38

5	Nà Đấng	Đá vôi	1,20	0,60	1,16	0,23	53,65	0,26	0,01	0,11	0,66	0,06	1,27
6	Bản Công	Đá vôi	0,17	0,16	0,02	0,25	54,01	1,03	0,04	0,13	0,08	0,07	0,22
7	Nà Quẩn	Đá vôi	1,11	0,12	0,00	0,28	52,4	1,62	0,11	0,14	0,04	0,13	1,22
		Dolomit	0,49	0,19	0,02	0,24	31,47	19,27	0,03	0,16	0,10	0,10	0,59

Bảng 2. Hàm lượng trung bình các oxít của đá vôi xi măng khu vực đới cấu trúc Hạ Lang

Số TT	Vùng điều tra chi tiết và số hiệu thân khoáng (TK)	Hàm lượng (%)					
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃ ²⁻
1	ĐVXM Phục Hòa -TK 1	0,33	0,14	0,19	54,21	0,98	0,08
	ĐVXM Phục Hòa - TK 2	0,26	0,14	0,14	54,45	0,85	0,10
2	ĐVXM Quảng Uyên	0,18	0,12	0,20	54,40	0,60	0,01
3	ĐVXM Quang Long TK số 1	0,12	0,15	0,28	53,74	1,24	0,00
	ĐVXM Quang Long TK số 2	0,09	0,12	0,33	54,15	0,90	0,01
4	ĐVXM Bản Kinh, TK số 1	0,18	0,12	0,20	54,40	0,60	0,01
	ĐVXM Bản Kinh, TK số 2	0,06	0,06	0,11	54,56	0,41	0,01



Ảnh 1. Đá vôi màu xám ghi, xám trắng phân lớp dày, dạng khối hệ tầng Bắc Sơn, xã Cách Linh, huyện Phục Hòa, tỉnh Cao Bằng (Ảnh: Hoàng Bá Quyết).

2. Đá vôi sạch

Đã ghi nhận được một số tập, thấu kính đá vôi màu trắng sạch, nằm xen trong các tập đá vôi màu xám trắng, phân lớp dày, dạng khối của hệ tầng Bắc Sơn, kéo dài theo phương TB-ĐN từ xã Cách Linh đến xã Đại Sơn thuộc huyện Phục Hòa. Chiều dài một số tập khoảng 1000-2000 m, chiều rộng 500-600 m, bề dày khoảng 50-60 m. Đá có cấu tạo phân lớp dày đến dạng khối, kiến trúc vi hạt. Đây là tập đá vôi có hàm lượng CaO cao (55,24 - 55,42 %), các thành phần khác có hàm lượng không đáng kể (MgO: 0,2 %, Al₂O₃ + Fe₂O₃: 0,2 %) (Bảng 3), đáp ứng được các yêu cầu chất lượng để sản xuất bột carbonat calci, làm nguyên liệu khoáng trong luyện kim, công nghiệp giấy, mía đường, sản xuất đất đèn và các lĩnh vực khác.

Tài nguyên dự báo cấp 334a của đá vôi trắng: 93.500.000 tấn.

Bảng 3. Thành phần hóa học của đá vôi trắng vùng Cách Linh

Số TT	Số hiệu mẫu	Hàm lượng (%)												Tổng (%)	Hàm lượng (%)	
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	MKN		H ₂ O	SO ₃ ⁻
1	L.11379	0,32	0,10	0,00	0,05	55,24	0,20	0,00	vết	0,00	0,03	vết	43,61	99,55	0,07	0,21
2	L.11381/1	0,06	0,10	0,00	0,20	55,24	0,20	0,00	0,03	0,00	0,04	0,04	43,60	99,51	0,10	0,11
3	L.11386	0,00	0,15	0,04	0,14	55,42	0,20	0,00	0,03	0,00	0,03	0,04	43,78	99,96	0,12	0,16
4	L.11386/1	0,34	0,10	0,00	0,20	55,24	0,20	0,00	vết	vết	0,04	0,04	43,59	99,71	0,06	0,25
Trung bình		0,18	0,11	0,01	0,14	55,28	0,20	0,00	0,015	0,00	0,035	0,02	43,64	99,68	0,09	0,18

3. Dolomit

Các tập dolomit phân bố trong hệ tầng Nà Quản (D₁-D_{2e} nq) tại một số diện tích thuộc các xã Cai Bộ, Độc Lập, huyện Quảng Uyên, tỉnh Cao Bằng. Ngoài ra còn gặp rải rác ở một số vị trí ở Bản Giáp, Lũng Tùng và một số nơi khác thuộc huyện Hạ Lang, tỉnh Cao Bằng. Thành phần thạch học: chủ yếu là dolomit, đá vôi dolomit, xen ít đá vôi màu xám đen phân lớp mỏng đến dạng khối. Các kết quả phân tích cho thấy hàm lượng các oxyt (%): MgO: 19,35 - 21,16; SiO₂: 0,04-1,32. Dolomit đạt chỉ tiêu làm vật liệu chịu lửa. Trong số các diện tích có dolomit, đã điều tra chi tiết khu Nà Vương, diện tích 5 km², tại đây đã khoanh định được hai thân khoáng.

- Thân khoáng 1: Có chiều dài 2,5 km, rộng trung bình 600 m, bề dày 70-140 m. Diện tích khoảng 1,57 km². Hàm lượng trung bình các oxyt (%): MgO: 21,16; SiO₂: 0,04-0,88 (trung bình 0,46); Al₂O₃: 0,1-0,71 (trung bình 0,28); CaO: 29,72-41,78 (trung bình 32,42); MnO: vết - 0,01.

- Thân khoáng 2: Có chiều dài 1,2 km, rộng trung bình 300 m, bề dày 20-140 m, diện tích khoảng 0,37 km². Hàm lượng các oxyt (%): MgO: 19,35-20,16 (trung bình 19,55); SiO₂: 0,12-1,32 (trung bình 0,17); Al₂O₃: 0,1-0,71 (trung bình 0,33); CaO: 30,84-31,97 (trung bình 31,53); MnO: vết - 0,01.

Dolomit có màu xám tro, xám nhạt hoặc loang lổ, cấu tạo phân lớp dày tới dạng khối. Dưới lát mỏng dolomit có kiến trúc hạt nhỏ đến vừa, hạt biên tinh, cấu tạo khối đôi khi định hướng. Tại một số điểm dolomit bị rạn nứt khá nhiều, khi phong hoá bị vỡ nát như cát (Ảnh 3). Dolomit có hàm lượng MgO cao, trung bình 19,92 %. So với chỉ tiêu công nghiệp, quặng dolomit trong vùng đạt tiêu chuẩn làm vật liệu chịu lửa và nguyên liệu trợ dung trong luyện kim.



Ảnh 2. Đá vôi phân dải màu hồng (đã được mài láng đánh bóng) hệ tầng Tóc Tát. Tại điểm khảo sát L.9708, Bản Thần, xã Vĩnh Quý, huyện Hạ Lang, tỉnh Cao Bằng. (Ảnh: Hoàng Bá Quyết).



Ảnh 3. Dolomit thuộc hệ tầng Nà Quàn tại điểm khảo sát TK.118, vùng Nà Vuông (Ảnh: Nguyễn Công Thuận).

Tài nguyên dự báo cấp 334a được tính cho 5 khối núi, khoảng 102 triệu tấn. Các điểm dolomit đều gần đường ô tô, có thể đầu tư để thăm dò, khai thác.

IV. TÀI NGUYÊN ĐÁ LÀM VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Tài nguyên đá làm vật liệu xây dựng gồm đá làm đá ốp lát và đá làm vật liệu xây dựng.

1. Đá ốp lát

Các đá carbonat làm vật liệu ốp lát phân bố trong hai phân vị địa tầng:

- Đá ốp lát màu đen thuộc hệ tầng Nà Đẳng ($D_{2gv-D_{3fr} nđ}$)
- Đá ốp lát phân dải, loang lỗ thuộc hệ tầng Tóc Tát ($D_3-C_1 tt$).

2. Đá vôi màu đen

Đá vôi màu đen đã ghi nhận có các diện lộ nhỏ ở các vùng Triệu Âu, Cô Ngân, Thái Đức, Bản Nha, Bản Nhỏ, Bản Nưa [6]... và một số nơi khác với diện lộ nhỏ hơn, chiếm diện tích khoảng 41 km² thuộc huyện Hạ Lang, tỉnh Cao Bằng. Trong các diện tích này đá vôi có màu đen tuyền, đồng nhất, xen với các lớp đá vôi màu xám đen, ít lớp mỏng sét silic màu xám đen. Đá có kiến trúc vi hạt đến hạt nhỏ, cấu tạo khối, định hướng. Hàm lượng các khoáng vật sulphur từ 0 % đến < 1 %, độ nguyên khối > 1 m³, chiếm khoảng 15 %. Kết quả điều tra cho thấy, các đá trên có đủ tiêu chuẩn kỹ thuật để làm vật liệu ốp lát.

Trong số các diện tích phân bố đá vôi đen nêu trên, vùng Bản Nưa đã được điều tra khoáng sản chi tiết. Các đá vôi màu đen, thuộc diện điều tra, lộ thành dải có phương TB-ĐN với diện tích khoảng 5,5 km². Đã khoan định được ba thân khoáng chính:

- Thân khoáng số 1: Có chiều dài khoảng 400 m, rộng 300 m, chiều cao quan sát được khoảng 100 m. Đá vôi màu đen, cấu tạo phân lớp dày từ 30-70 cm đến lớn hơn 1 m. Đá ở đây có thể khai thác theo các khối 0,3x0,5x0,5 m hoặc 0,7x1,5x2 m, thậm chí có những khối đạt 3-5 m³ (quan sát tại moong khai thác). Các lớp đá kẹp trong thân khoáng <10 %. Độ thu hồi khi khai thác khoảng 25 %. Đá ít bị nứt nẻ, các khe nứt thường nhỏ, ngắn và thường bị lấp đầy bởi calcit, mật độ khe nứt 1-6 khe nứt/10 m². Tài nguyên dự báo cấp 334a của thân khoáng 1 khoảng 5.250.000 m³.

- Thân khoáng số 2: Có chiều dài 1200-1400 m, rộng 400-500 m, chiều cao quan sát được 100 m. Thành phần thạch học chủ yếu là đá vôi màu đen xen ít lớp mỏng đá vôi silic. Đá có cấu tạo phân lớp dày từ 0,2-0,3 m đến 0,7-0,8 m. Có thể khai thác đá màu đen theo các khối 0,2x0,5x0,5 m, hoặc 0,7x1,5x1,5 m, thậm chí có những khối đạt 3-5 m³. Các lớp đá kẹp trong thân khoáng <10 %. Độ thu hồi khi khai thác ước đạt 25 %. Đá ít bị nứt nẻ, các khe nứt thường nhỏ, ngắn và thường bị lấp đầy bởi calcit, mật độ khe nứt 1-5 khe nứt/10 m². Tài nguyên dự báo cấp 334a của thân khoáng 2 khoảng 65.000.000 m³.

- Thân khoáng số 3: Có chiều dài khoảng 1800 m, rộng 50-70 m, chiều cao quan sát được khoảng 30 m. Thành phần thạch học chủ yếu là đá vôi màu đen xen ít lớp mỏng đá vôi silic. Đá có cấu tạo phân lớp dày từ 0,3-0,5 m đến lớn hơn 1 m. Có thể khai thác đá vôi màu đen theo các khối 0,5x0,5x0,5 m hoặc 2x1,5x1,5m, có khối đạt 3-5 m³. Các lớp đá kẹp trong thân khoáng khoảng 20 %. Độ thu hồi khi khai thác ước đạt 15 %. Đá ít bị nứt nẻ, các khe nứt thường nhỏ, ngắn và thường bị lấp đầy bởi calcit, mật độ khe nứt 1-5 khe nứt/10 m². Tài nguyên dự báo cấp 334a của thân khoáng 3 khoảng 5.400.000 m³.

Đá trong các thân khoáng này có hàm lượng chất phóng xạ trung bình thấp (U_{td} : 2 ppm). Tính chất cơ lý của đá vôi màu đen trong các thân khoáng đáp ứng yêu cầu làm vật liệu ốp lát, độ mài bóng cao (Bảng 4).

Tổng tài nguyên dự báo cấp 334a của đá vôi màu đen vùng Bản Nưa khoảng 75.650.000 m³.

Bảng 4. Kết quả phân tích mẫu cơ lý đá vôi màu đen khu vực Bản Nưa

STT	Số hiệu thân khoáng (TK)	Các tính chất cơ lý								
		ρ (kg/cm ³)	n (%)	δ_{nkg} (kg/cm ²)	δ_{nbh} (kg/cm ³)	δ_{kkg} (kg/cm ²)	δ_{kbh} (kg/cm ²)	δ_u (kg/cm ²)	Chống va đập	Độ bóng (%)
1	TK số 1	2,72	1,1	1577	1513	126	120	238	8,0	90
2	TK số 2	2,69	0,37	1373	1301	114	108	210	7,0	91
3	TK số 3	2,71	0,74	1340	1278	112,3	106,3	200,3	8,33	97,6

ρ : khối lượng riêng; n: độ lỗ rỗng; δ_{nkg} : cường độ kháng nén khô gió; δ_{nbh} : cường độ kháng nén bão hoà; δ_{kkg} : cường độ kháng kéo khô gió; δ_{kbh} : cường độ kháng kéo bão hoà; δ_u : cường độ kháng uốn.

3. Đá vôi phân dải và loang lỗ

Đá vôi phân dải và loang lỗ đã được ghi nhận tại các khu vực Bản Thần, Bản Quyên, Bản Khăm Đin, Sóc Nhượng, Pắc Hoan thuộc xã Vĩnh Quý, Triệu Âu, huyện Hạ Lang [6], Nậm Đin, xã Vân An, huyện Hà Quảng, tỉnh Cao Bằng [7]... và một số diện tích nhỏ rải rác, với diện tích khoảng 22 km² thuộc các huyện Hạ Lang, Hà Quảng, Cao Bằng. Tại các khu vực này lộ các tập đá vôi có màu sắc đẹp, phân dải màu hồng, loang lỗ (đá vôi vân đỏ), thuộc phần thấp hệ tầng Tóc Tát. Thành phần chủ yếu của tập là đá vôi phân dải màu hồng, vân đỏ, đá vôi phân dải thanh màu xám sáng, hồng đỏ, đá vôi phân dải màu trắng, xám trắng, đá màu loang lỗ. Đá có kiến trúc vi hạt đến hạt nhỏ, cấu tạo định hướng, phân dải. Độ nguyên khối > 1 m³ đạt trên 15 %. Diện tích phân bố đá vôi phân dải vùng Bản Thần (10 km²) đã được điều tra khoáng sản chi tiết. Đã điều tra và khoan định ba thân khoáng đá vôi phân dải màu hồng và hai thân khoáng đá vôi phân dải màu xám trắng.

- Thân khoáng số 1: Có chiều dài khoảng 1800 m, chiều rộng từ 300-500 m, bề dày đo được tại vách núi là 100 m. Đá vôi vân đỏ, đá vôi phân dải màu hồng. Đá có cấu tạo phân lớp dày từ 0,3-0,5 m đến lớn hơn 1 m, xen ít đá vôi phân dải màu trắng. Đá ở đây có thể khai thác theo các khối 0,5x0,5x0,5 m hoặc 2x1,5x1,5 m, có những khối đạt 5-7 m³. Các lớp đá kẹp trong thân khoáng <10 %. Độ thu hồi khi khai thác ước đạt 25 - 30 %. Đá ít bị nứt nẻ, các khe nứt thường nhỏ, ngắn và thường bị lấp đầy bởi calcit, mật độ khe nứt 1-5 khe nứt/10 m². Tài nguyên dự báo cấp 334a của thân khoáng 1 khoảng 87.100.000 m³.

- Thân khoáng số 2: Có chiều dài khoảng 700 m, chiều rộng 100-150 m, bề dày khoảng 25 m. Đá vôi, đá vôi silic phân dải màu hồng (Ảnh 2). Đá có cấu tạo phân lớp dày từ 0,3-0,5 m đến lớn hơn 1m, xen tập đá vôi phân dải màu trắng dày 3-5 m. Có thể khai thác đá theo các khối 0,7x0,5x0,5 m hoặc 2x1,5x1,5 m, có những khối đạt 5-7 m³. Các lớp đá kẹp trong thân khoáng <10%. Độ thu hồi khi khai thác ước đạt 25-30 %. Đá ít bị nứt nẻ, các khe nứt thường nhỏ, ngắn và thường bị lấp đầy bởi calcit, mật độ khe nứt 1-6 khe nứt/10 m². Tài nguyên dự báo cấp 334a của thân khoáng 2 khoảng 6.300.000 m³.

- Thân khoáng số 3: Có chiều dài 600 m, chiều rộng khoảng 100 m, bề dày khoảng 30 m. Đá vôi vân đỏ, đá vôi phân dải màu hồng. Đá có cấu tạo phân lớp dày từ 30-50 cm đến lớn hơn 1 m, xen tập đá vôi phân dải màu trắng dày 3-5 m. Có thể khai thác đá theo các khối 0,7x0,6x0,5m hoặc 2x1,5x1,6 m, thậm chí có những khối đạt 5-7 m³. Các lớp đá kẹp trong thân khoáng <10 %. Độ thu hồi khi khai thác ước đạt 25-30 %. Đá ở đây ít bị nứt nẻ, các khe nứt thường nhỏ, ngắn và thường bị lấp đầy bởi calcit, mật độ khe nứt 1-5 khe nứt/10 m². Tài nguyên dự báo cấp 334a của thân khoáng 3 khoảng 900.000 m³.

Tổng tài nguyên dự báo cấp 334a của đá vôi ốp lát phân dải màu hồng khoảng 94 triệu m³.

4. Đá vôi phân dải màu trắng, xám trắng

Đá vôi phân dải màu trắng, xám trắng tập trung ở phần cao hệ tầng Tóc Tát (D₃-C₁ tt). Tại vùng Bản Thàn đã khoanh định hai thân khoáng:

- Thân khoáng số 4: Kéo dài theo phương tây bắc - đông nam nằm về hai phía của đứt gãy, dài khoảng 1200 m, rộng khoảng 800 m, bề dày 150-200 m. Đá vôi phân dải màu trắng (Ảnh 4), cấu tạo phân lớp dày đến dạng khối xen các lớp đá vôi, đá vôi silic màu xám trắng, xám đen dày 5-20 cm. Có thể khai thác đá theo các khối 0,7x0,7x0,7 m hoặc 2x1,5x1,5 m thậm chí có những khối đạt 5-8 m³. Các lớp đá kẹp trong thân khoáng <10 %. Độ thu hồi khi khai thác ước đạt 25-30%. Đá ít bị nứt nẻ, các khe nứt thường nhỏ, ngắn và thường bị lấp đầy bởi calcit, mật độ khe nứt 1-6 khe nứt/10 m². Tài nguyên dự báo cấp 334a của thân khoáng là 68.050.000 m³.

- Thân khoáng số 5: Có chiều dài khoảng 1500 m, rộng khoảng 700 m, bề dày 150 m - 180 m. Đá vôi phân dải màu trắng cấu tạo phân lớp dày đến dạng khối, xen các lớp đá vôi, đá vôi silic màu xám trắng, xám đen dày 5-20 cm. Có thể khai thác đá theo các khối 0,8x0,7x0,6 m hoặc 2,2x1,5x1,7 m, có những khối đạt 6 - 8 m³. Các lớp đá kẹp trong thân khoáng <10 %. Độ thu hồi khi khai thác ước đạt 25-30 %. Đá ít bị nứt nẻ, các khe nứt thường nhỏ, ngắn và thường bị lấp đầy bởi calcit, mật độ khe nứt 1-6 khe nứt/10 m². Tài nguyên dự báo cấp 334a của thân khoáng 5 khoảng 52.500.000 m³.

Tổng tài nguyên dự báo cấp 334a ước tính của đá vôi phân dải màu trắng có thể làm vật liệu ốp lát khoảng 120 triệu m³.

Nhìn chung, các đá carbonat này có hoa văn đẹp, có hàm lượng các khoáng vật sulphur từ 0 đến <1 %, hàm lượng chất phóng xạ trung bình rất thấp (U_{td}: 2-2,5 ppm). Tính chất cơ lý đá đáp ứng yêu cầu sản xuất vật liệu ốp lát, độ mài bóng cao (Bảng 5).

Các khu vực này phân bố tương đối gần đường giao thông, thuận lợi cho việc khai thác, vận chuyển. Tại một khu thuộc xã Vĩnh Quý, huyện Hạ Lang doanh nghiệp tư nhân đã khai thác thử đá vôi phân dải làm vật liệu ốp lát. Một số khu vực khác đang được các doanh nghiệp đề nghị cấp phép thăm dò.

5. Đá vôi làm vật liệu xây dựng thông thường

Đá vôi làm vật liệu xây dựng thông thường phân bố tại nhiều nơi, có tài nguyên lớn trong đới cấu trúc Hạ Lang. Các đá phân bố trong các hệ tầng Bắc Sơn, Lũng Nậm, Nà Quán, Bản Còng. Đá vôi có chất lượng đáp ứng yêu cầu làm vật liệu xây dựng thông thường để xây các công trình, làm vật liệu rải đường, làm dăm trộn bê tông, gạch không nung... Kết quả phân tích mẫu cơ lý cho thấy, cường độ kháng nén đạt >200 kg/cm², đặc biệt hàm lượng khoáng vật sulfur nghèo < 1 %. Tiềm năng đá vôi đạt tiêu chuẩn làm vật liệu rải đường là rất lớn, tài nguyên dự báo hàng tỷ m³.



Ảnh 4. Đá vôi phân dải màu xám trắng hệ tầng Tóc Tát. Tại vết lộ L9720 – phía đông đỉnh 642 gần 700 m, thuộc xã Vĩnh Quý, huyện Hạ Lang, tỉnh Cao Bằng (Ảnh: Hoàng Bá Quyết).

Bảng 5. Kết quả phân tích mẫu cơ lý đá ốp lát toàn phần đá vôi phân dải vùng Bản Thần

STT	Số hiệu thân khoáng (TK)	Các tính chất cơ lý								
		ρ (kg/cm ³)	n (%)	δ_{nkg} (kg/cm ²)	δ_{nbh} (kg/cm ³)	δ_{kkg} (kg/cm ²)	δ_{kbh} (kg/cm ²)	δ_u (kg/cm ²)	Chống va đập	Độ bóng (%)
1	TK số 1	2,72	1,47	1152	1094,3	100,67	94,67	183,67	9,0	92,3
2	TK số 3	2,72	0,74	1071	1020	95	90	176	8,0	93
3	TK số 4	2,72	1,10	1232	1168	104	100	186	9,0	92
4	TK số 5	2,73	0,49	1227,3	1171,3	105,3	99,3	197,3	8,5	94

ρ : khối lượng riêng; n: độ lỗ rỗng; δ_{nkg} : cường độ kháng nén khô gió; δ_{nbh} : cường độ kháng nén bão hòa;

δ_{kkg} : cường độ kháng kéo khô gió; δ_{kbh} : cường độ kháng kéo bão hòa; δ_u : cường độ kháng uốn.

V. ĐÁ MỸ NGHỆ

Trong tầng đá vôi thuộc hệ tầng Tóc Tát, tại một số nơi có đá vôi vi hạt, cấu tạo vân dải mỏng, vi uốn nếp, màu hồng, vân đỏ, màu sắc sặc sỡ, loang lổ, đá vôi silic phân dải màu hồng. Các điểm có đá vôi, đá hoa mỹ nghệ phân bố rải rác ở phía nam vùng nghiên cứu, kéo dài theo phương á vĩ tuyến từ đông bắc Bản Quyền qua Bản Thần, khoảng 1800 m, bề rộng từ 120-180 m. Thành phần thạch học chủ yếu là đá vôi, đá vôi silic phân dải màu hồng. Đá có cấu tạo phân lớp từ mỏng, rất mỏng đến dày (đến lớn hơn 1 m), xen tập đá vôi phân dải màu trắng dày 3-5 m.

Các đá này có hoa văn đẹp, phong phú, có màu đẹp, sáng và độ mài bóng cao, có khả năng chế tác các sản phẩm mỹ nghệ có kích thước lớn. Đáp ứng yêu cầu chế tác các ở sản phẩm mỹ nghệ tương tự như đá mỹ nghệ ở vùng Suối Giàng, tỉnh Yên Bái, hoặc Ngũ Hành Sơn, Tp. Đà Nẵng và một số khu vực khác thuộc Tây Nguyên. Đây là nguồn tài nguyên lớn, có giá trị nhưng chưa được quan tâm đúng mức. Để chúng có giá trị kinh tế cao, cần kêu gọi các doanh nghiệp, các nghệ nhân tham gia đầu tư chế tác và quảng bá sản phẩm.

VI. DI SẢN ĐỊA MẠO LIÊN QUAN VỚI CÁC TẦNG ĐÁ CARBONAT

1. Hang động và thác nước

Ngoài tiềm năng về khoáng sản, các đá carbonat đời cấu trúc Hạ Lang đã tạo nên các hang động, thác nước có tiềm năng lớn về du lịch.

Hang Pác Bó là hang động đá vôi được hình thành trong các đá vôi hệ tầng Bản Công, thuộc xã Trường Hà, huyện Hà Quảng, tỉnh Cao Bằng là một địa chỉ của cách mạng Việt Nam, đây là nơi đầu tiên mà Bác Hồ đã sống và làm việc khi Người từ nước ngoài trở về nước lãnh đạo cách mạng Việt Nam (Ảnh 5).



Ảnh 5. Hang Cốc Pó, nơi Bác Hồ đã từng sống và làm việc

(Nguồn: caobangtv.gov.vn).

Động Ngườm Ngao được hình thành trong tầng đá vôi của hệ tầng Bản Công. Cùng với thời gian, những nhũ đá và măng đá đã tạo nên những khung cảnh thật sinh động, kì thú, khiến con người phải thán phục, kinh ngạc. Động được chia thành nhiều khu: khu Tứ trụ thiên đình với những cột đá trông như cột chống trời; khu Trung tâm với không gian rộng, khu Châu báu là những núi nhũ lấp lánh ánh vàng, ánh bạc. Nhũ đá trong động Ngườm Ngao có màu khác hẳn với những động khác bởi có lượng calci bị pha nhiều tạp chất. Du khách sẽ bắt gặp rất nhiều hình ảnh kì thú giống như cây tơ hồng, bầu sữa mẹ, con cóc thần, cây đàn đá. Nổi bật nhất của Ngườm Ngao là cây san hô và con tàu, thác vàng, thác bạc, đài sen úp ngược, cột đá cô đơn. Tất cả những cảnh vật trên đều do thiên nhiên tạo ra từ nhũ và măng đá vôi, không hề có sự can thiệp sắp đặt của con người, nhưng vô cùng sinh động, quyến rũ. Ngườm Ngao đúng là một món quà thiên nhiên vô giá mà tạo hóa ban cho người dân nơi đây (Ảnh 6).

Khu du lịch sinh thái hồ Hang Then, Thác Bản Giốc được hình thành trên các đá vôi hệ tầng Bản Công thuộc xã Đàm Thủy, huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng. Đây là thác nước tự nhiên ba tầng đẹp nhất Đông Nam Á (Ảnh 7).



Ảnh 6. Ngườm Ngao, một món quà thiên nhiên vô giá mà tạo hóa ban tặng

(Nguồn: caobangtv.gov.vn).



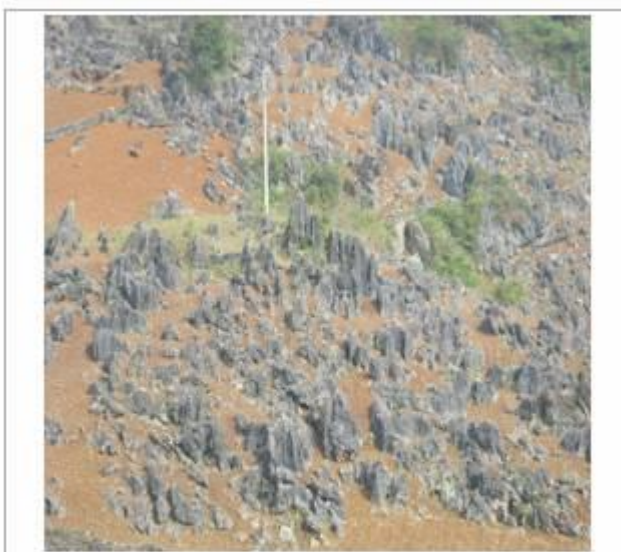
Ảnh 7. Thác Bản Giốc nằm trong dòng chảy sông Quây Sơn, bắt nguồn từ Trung Quốc, chảy qua biên giới Việt - Trung, uốn lượn quanh chân núi Cô Muông, qua những cánh đồng thuộc xã Đàm Thủy, huyện Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng (Nguồn: caobangtv.gov.vn).

Trong các khối núi đá vôi còn có nhiều hang động và hệ thống sông ngầm. Tuy nhiên, dạng tài nguyên địa chất này chưa được chú ý điều tra, đánh giá. Chắc chắn tiềm năng của chúng còn rất lớn.

2. Cảnh quan thiên nhiên độc đáo trên địa hình vùng đá vôi

Vùng núi đá vôi Lục Khu có diện tích khoảng 300 km² thuộc 14 xã, thị trấn của huyện Hà Quảng và một phần của huyện Trà Lĩnh, đây là khu vực có những nét độc đáo về địa mạo, địa chất, khoáng sản và di tích lịch sử văn hóa, có thể xếp vào khu bảo tồn thiên nhiên và di tích lịch sử văn hóa, cần được bảo vệ và điều tra nghiên cứu toàn diện trong thời gian tới.

Vùng núi đá vôi Lục Khu, với những dạng địa hình karst đặc trưng, là những dãy núi đá vôi trùng điệp với các núi có hình dạng phong phú, kỳ thú như dạng chuông, dạng tháp, dạng búp măng. Trên sườn núi và các bề mặt địa hình thoải có các dạng địa hình măng đá, rừng đá độc đáo (Ảnh 8, 9). Xen giữa các dãy núi là những thung lũng nhỏ dạng elip, dạng gần tròn, có bề mặt đáy khá bằng phẳng được phủ bởi các vật liệu bờ rời nên được sử dụng trồng cây nông nghiệp.



Ảnh 8. Địa hình dạng carst ở Lục Khu (Ảnh: Hoàng Bá Quyết).



Ảnh 9. Thung lũng giữa núi và các đỉnh núi đá vôi hình tháp ở Lục Khu (Ảnh: Vũ Quang Lân).

VII. KẾT LUẬN

Các tầng đá carbonat phân bố rộng rãi trong đới cấu trúc Hạ Lang là nguồn tài nguyên khoáng sản có tiềm năng lớn về khoáng chất công nghiệp, đá ốp lát, đá làm vật liệu xây dựng, đá mỹ nghệ, đủ để khai thác, sử dụng và dự trữ lâu dài. Đồng thời, tại một số vùng, các tầng đá carbonat đã góp phần tạo nên các di sản địa chất có giá trị độc đáo về cảnh quan thiên nhiên tạo cơ sở để xây dựng và phát triển các hoạt động du lịch. Tuy nhiên, đến nay mức độ khai thác, sử dụng các tài nguyên này còn hạn chế.

Kết quả điều tra của Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Bắc đã góp phần quan trọng làm rõ tiềm năng của các dạng tài nguyên địa chất, tạo cơ sở để quy hoạch phát triển kinh tế, xã hội của vùng Hạ Lang nói riêng và Cao Bằng nói chung.

Để tài nguyên địa chất nêu trên phát huy được lợi thế, góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế, xã hội, cần đầu tư điều tra bổ sung, tổng hợp tài liệu và xây dựng quy hoạch sử dụng tài nguyên phù hợp, bền vững, kết hợp khai thác và bảo tồn, là cơ sở để thúc đẩy đầu tư.

VĂN LIỆU

1. Dương Quốc Lập (Chủ biên), 1991. Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Văn Mịch - Thất Khê, tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

2. Hoàng Bá Quyết (Chủ biên), 2013. Báo cáo thăm dò mỏ đá vôi làm vật liệu xây dựng thông thường Thua Phia, xóm Bó Giời, xã Chu Trinh, thành phố Cao Bằng, tỉnh Cao Bằng. *Lưu trữ Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Cao Bằng.*

3. Nguyễn Công Thuận (Chủ biên), 2005. Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Trùng Khánh, tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

4. Nguyễn Thế Cường (chủ biên), 2000. Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Cao Bằng - Đông Khê, tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

5. Phạm Đình Long (Chủ biên), 1974. Địa chất và khoáng sản tờ Chinh Si - Long Tân, tỷ lệ 1:200.000. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

6. Phạm Đình Trường (Chủ biên), 2009. Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Lạng Sơn, tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*

7. Vũ Quang Lân (Chủ biên), 2011. Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Hà Quảng, tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*