



ĐẶC ĐIỂM VỎ PHONG HOÁ TRÊN ĐÁ GRANODIORIT PHỨC HỆ BẾN GIẢNG – QUẾ SƠN KHU VỰC NAM ĐÔNG, THỪA THIÊN HUẾ

Nguyễn Thị Thủy*, Lê Duy Đạt, Trần Hữu Tuyên

Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, 77 Nguyễn Huệ, Việt Nam

Tóm tắt. Bài báo giới thiệu đặc điểm cơ bản của vỏ phong hoá phát triển trên đá granodiorit phức hệ Bến Giằng – Quế Sơn ở khu vực Nam Đông, Thừa Thiên Huế, bao gồm tính phân đới, thành phần hoá học – khoáng vật, thành phần hạt và tính chất cơ lý. Kết quả cho thấy các đá granodiorit ở khu vực bị phong hoá mạnh, tạo tầng phong hoá dày 8–10 m và phân đới tương đối rõ. Vỏ phong hoá thuộc kiểu SiAlFe với hàm lượng nhôm cao (24,5%), kiềm rất thấp (0,1% CaO và 0,1% Na₂O) và chỉ số phong hoá hoá học cao (CIA: 91,9). Sản phẩm phong hoá ở các đới chủ yếu là đất sét và đất sét pha, hàm lượng nhóm hạt sét – bụi trong đới phong hoá hoàn toàn là 65,7–87,8% và giảm dần theo chiều sâu. Khoáng vật sét chủ yếu gồm kaolinit, illit và allophan/imogolit. Thành phần hạt và các tính chất cơ lý của đất (độ ẩm, khối lượng thể tích tự nhiên, độ rỗng và độ bão hoà) có xu hướng tăng dần khi xuống sâu. Ngoài ra, vào mùa mưa, các giá trị này đều gia tăng, đặc biệt khi có mưa lớn và kéo dài, khiến cho đất mất cân bằng và thường xuyên gây trượt lở trên mái dốc dọc các tuyến giao thông của địa bàn.

Từ khoá: granodiorit, Nam Đông, Bến Giằng – Quế Sơn, vỏ phong hoá

Characteristics of weathering crust developing on Ben Giang – Que Son granodiorite in Nam Dong, Thua Thien Hue

Nguyen Thi Thuy*, Le Duy Dat, Tran Huu Tuyen

Hue University of Sciences, Hue University, 77 Nguyen Hue, Vietnam

Abstract. Based on field surveys and indoor analyses, we present major characteristics of weathering crust developing on the Que Son granodiorite in the Nam Dong area, Thua Thien Hue (Central Vietnam), including zonation, chemical and mineral compositions, particle-size distribution and physicommechanical properties. The results show that the granodiorite is highly weathered, generating an 8–10 m thick weathering crust with clear zonation. Chemically, the weathering crust is classified into the SiAlFe type with a high concentration of aluminum (Al₂O₃: 24,5 wt.%) coupled with an extremely low concentration of calcium and sodium (CaO: 0,1 wt.%, Na₂O: 0,1 wt.%); the chemical index of alteration is

* Tác giả liên hệ: thithuy.ntt@gmail.com

very high at 91,9. Weathering products are predominantly composed of clay and sandy clay. The weathering products consist of clay and silt with a fraction of clay and dust in the completely weathered zone at 65,7–87,8 wt.%, and this fraction decreases with depth. The clay minerals include kaolinite, illite and allophane/ imogolite. The particle-size composition and physicommechanical properties of the soils (moisture, volumetric soil density, saturated index) tend to gradually decrease in deeper zones. These parameters tend to increase in the rainy season, particularly during and/or after long-time heavy rain, making soils saturated, increasing volume and stability lost, which generates landslide masses in the talus slopes, notably along Road 14B and other minor roads in the area.

Keywords: granodiorite, Nam Dong, Ben Giang – Que Son, weathering

1 Đặt vấn đề

Nam Đông là một huyện miền núi của tỉnh Thừa Thiên Huế với địa hình phân cắt phức tạp. Dưới tác động của kiểu khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa, quá trình phong hoá các đá diễn ra rất mãnh liệt và rộng khắp. Vì vậy, phần lớn các hoạt động kinh tế – xây dựng ở đây đều diễn ra trên lớp vỏ phong hoá, đặc biệt là lĩnh vực xây dựng công trình giao thông và nông lâm nghiệp. Tuy nhiên, cho đến nay các nghiên cứu về vỏ phong hoá ở khu vực này chưa được thực hiện. Trong khi đó, mỗi năm vào dịp mưa bão, tai biến trượt lở liên quan đến vỏ phong hoá xảy ra rất phổ biến ở khu vực này, gây ảnh hưởng lớn đến hoạt động sản xuất và an toàn của người dân.

Diện tích xuất lộ của các thành tạo granodiorit phức hệ Bến Giằng – Quế Sơn tuy không rộng nhưng lại chiếm phần lớn nền đường tuyến tỉnh lộ 14B, là tuyến giao thông chính của huyện Nam Đông và một số tuyến liên xã, liên thôn ở Thượng Long, Thượng Nhật, Hương Hoà và Hương Hữu. Trên các tuyến đường này thường xuyên xảy ra trượt lở với quy mô khác nhau khi có mưa lớn. Vì vậy, việc nghiên cứu đặc điểm vỏ phong hoá phát triển trên các đá granodiorit ở khu vực sẽ góp phần xây dựng cơ sở khoa học cho công tác dự báo nguy cơ tai biến trượt lở ở khu vực, đặc biệt trong mùa mưa bão.

2 Khái quát về khu vực nghiên cứu

2.1 Đặc điểm khí hậu

Nam Đông nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa với nhiệt độ trung bình hàng năm 24,4 °C. Đây là một trong những huyện có lượng mưa cao nhất tỉnh Thừa Thiên Huế. Lượng mưa trung bình trong toàn huyện khoảng 3.500 mm/năm, tập trung chủ yếu vào các tháng 9, 10, 11 và 12. Năm ít mưa chỉ là khoảng 2.000 mm, tương đương 50–70% lượng mưa năm trung bình; nhưng có năm mưa lớn và nhiều, tương đương 150–200% lượng mưa năm [8].

2.2 Địa hình – địa mạo

Địa hình khu vực Nam Đông chia cắt khá mạnh với 90% là đồi núi, nghiêng từ phía đông nam sang phía tây bắc. Độ dốc sườn trung bình 20–25° [20]. Nơi có độ cao lớn nhất là núi Mang (1.720 m), nơi có độ cao thấp nhất (40 m) là lòng sông Tả Trạch giáp ranh giữa các huyện Nam Đông, Phú Lộc và Hương Thủy. Diện tích thung lũng và bãi bồi ven sông, suối không đáng kể. Trên các khu vực núi thấp, núi trung bình và đồi với hệ thống khe suối chằng chịt, các quá trình xâm thực, bóc mòn, trượt lở, v.v. xảy ra mạnh mẽ, làm cho địa hình khu vực biến đổi phức tạp.

Cấu trúc địa chất

Khu vực huyện Nam Đông nằm sát đới phá huỷ kiến tạo mạnh của các hệ thống đứt gãy khu vực sông Cu Đê – Hương Hoá, là phần rìa phía nam của đới uốn nếp Trường Sơn. Tham gia vào cấu trúc của khu vực gồm các trầm tích lục nguyên dạng flysh màu xám và bị biến chất tương phần lớn ở phụ tướng sericit hệ tầng Long Đại tuổi Ordovic muộn – Silur sớm (O_3-S_{1d}). Phủ bất chỉnh hợp lên trên là cát sạn kết hạt thô, cát thạch anh dạng quarzit phân lớp dày xen kẹp bột kết, cát kết ít khoáng hệ tầng Tân Lâm (D_{1tl}). Các thành tạo xâm nhập axit của phức hệ Hải Vân phân bố rộng rãi ở phía đông bắc khu vực, phần trung tâm là các xâm nhập granodiorit có dạng khối nhỏ dọc các đứt gãy phương đông bắc – tây nam và tây bắc – đông nam. Ít hơn là các thành tạo magma siêu mafic đến trung tính phức hệ Chaval ở trung tâm và phía bắc [22] (Hình 1).

Do đặc điểm về khí hậu, chế độ mưa và điều kiện địa hình, các đá trong khu vực bị phong hoá mạnh mẽ. Theo tài liệu các lỗ khoan địa chất công trình, lớp vỏ phong hoá ở khu vực dày đến vài chục mét. Đây là điều kiện rất thuận lợi cho quá trình trượt lở xảy ra, đặc biệt vào mùa mưa khi đất bão hoà nước.

3 Phương pháp

Công tác khảo sát thực địa và lấy mẫu được tiến hành vào hai đợt: Đợt 1 được thực hiện ngay sau đợt mưa lớn và kéo dài ở khu vực miền Trung vào tháng 10/2020; đợt 2 được thực hiện vào tháng 4/2021.

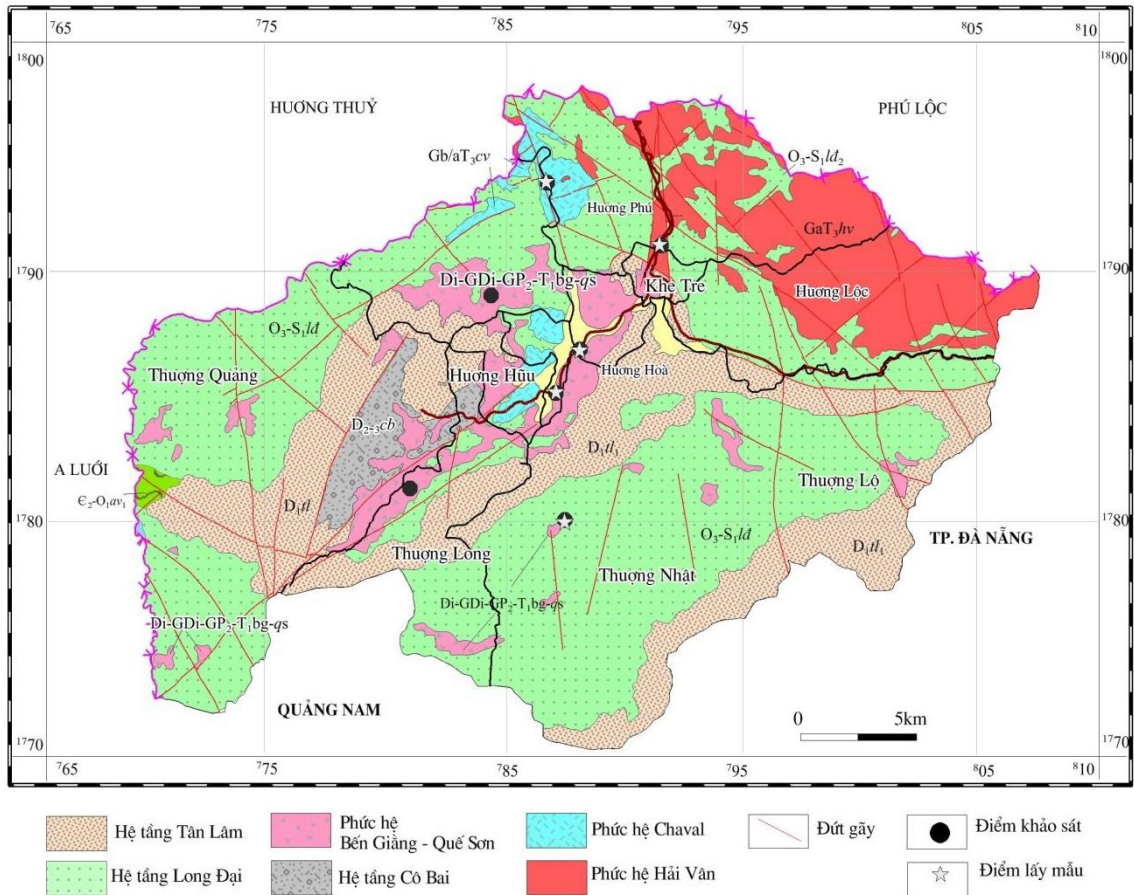
Mẫu được lấy, vận chuyển và bảo quản theo tiêu chuẩn TCVN 2683-2012 [2]. Thông tin các mẫu thu thập được thống kê ở Bảng 1.

Bảng 1. Thông tin mẫu trên vỏ phong hoá đá granodiorit khu vực Nam Đông

Mặt cắt	Vị trí	Số lượng mẫu	Thời điểm lấy mẫu
QSS01	Thượng Nhật (thôn Lập)	3	4/2021
QSS02	Hương Hữu	3	4/2021
QSD03	Hương Hoà	3	10/2020

Thí nghiệm thành phần hạt được tiến hành theo tiêu chuẩn TCVN 4198-2014 [5] và thí nghiệm tính chất cơ lý được tiến hành theo các tiêu chuẩn TCVN 4196-2012 [3], TCVN 4202-2012 [4], TCVN 4195-2012 [6] và TCVN 4197-2012 [7] tại Phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Thành phần khoáng vật được phân tích bằng máy nhiễu xạ Ronghen D8 – Advance; thành phần hoá học được phân tích bằng phương pháp huỳnh quang tia X (mẫu bột) trên máy S4 Pioneer ở Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

SƠ ĐỒ ĐỊA CHẤT HUYỆN NAM ĐÔNG TỈNH THỪA THIÊN HUẾ



Hình 1. Sơ đồ địa chất khu vực huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế, và các điểm khảo sát, lấy mẫu (biên tập theo [22])

4 Kết quả và thảo luận

4.1 Đặc điểm vỏ phong hoá

Trên sơ đồ địa chất khu vực huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế, diện tích phân bố của các thành tạo granodiorit phức hệ Bến Giàng – Quế Sơn chiếm khoảng 53 km², thuộc một

phần địa phận các xã Hương Giang, Hương Hoà, Hương Hữu, Thượng Long, Thượng Nhật và Thượng Lộ. Địa hình ở khu vực này chủ yếu là đồi và núi thấp. Do đặc điểm khí hậu của khu vực, các đá granodiorit bị phong hoá rất mạnh mẽ, tạo các tầng sản phẩm phong hoá dày, có nơi tới hơn 10 mét. Các điểm lộ đá gốc hạn chế. Trong khu vực chỉ có thể quan sát ranh giới giữa đới phong hoá và đá gốc ở khu vực Thượng Nhật. Mặc dù đá gốc là đá magma cấu tạo khối, nhưng đặc điểm chung của vỏ phong hoá là sự phân đới không đồng đều. Chiều dày của các đới có sự thay đổi đáng kể ở các vị trí địa hình khác nhau. Tuy nhiên, sản phẩm cuối cùng của quá trình phong hoá (đới phong hoá hoàn toàn) đều là đất sét và sét pha. Ở khu vực Hương Hoà – Hương Hữu, địa hình tương đối thoải nên tầng phong hoá dày hơn và chiều dày mỗi đới tương đối ổn định. Trong khi đó, ở khu vực Thượng Nhật, địa hình dốc nên khả năng bảo tồn vỏ phong hoá kém hơn và do đó chiều dày tầng phong hoá mỏng hơn và chiều dày mỗi đới dao động lớn. Dưới đây là mô tả mặt cắt vỏ phong hoá trên đá granodiorit ở khu vực Thượng Nhật (QSS01) và Hương Hữu (QSS02).

Mặt cắt QSS01 là taluy dương trên tuyến đường liên xã nối từ trung tâm xã Thượng Nhật vào thôn Lập. Chiều cao mái dốc khoảng 25 m so với nền đường giao thông, độ dốc lớn (40–50°); có nơi dốc đứng, chiều dày vỏ phong hoá thay đổi từ 3–4 m đến 7–8 m. Tại vị trí này thường xuyên xảy ra trượt lở và bồi lấp một phần hoặc toàn bộ mặt đường vào mỗi mùa mưa. Các đới phong hoá trong mặt cắt theo thứ tự từ trên xuống dưới như sau (Hình 2a).

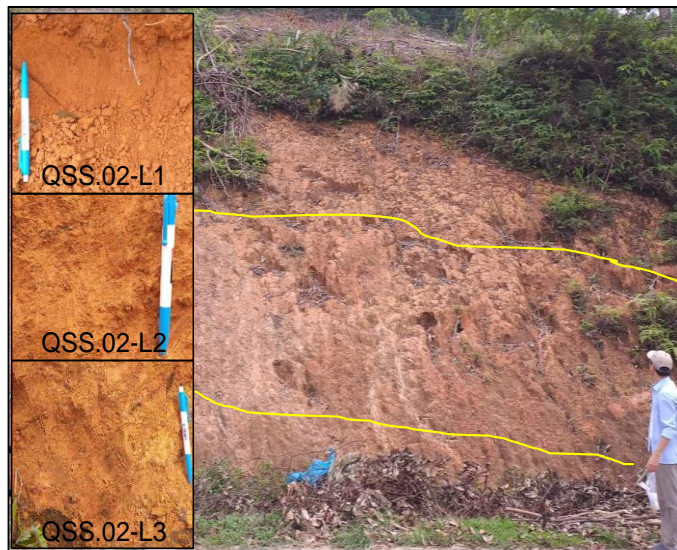


Hình 2a. Mặt cắt vỏ phong hoá QSS01 trên đá granodiorit phức hệ Bến Giằng – Quế Sơn ở Thượng Nhật

Ghi chú Hình 2a: Đới phong hoá hoàn toàn QSS.01-L1: Đới có chiều dày từ 0,7–1 m đến 1,5–2 m. Đất sét màu

xám vàng, xám nâu, rắn chắc, giàu hạt sét, bề mặt khô nứt nẻ; *Đới phong hoá mạnh QSS.01-L2 (đới litoma)*: Đới có chiều dày thay đổi từ 2–3 m đến 4–5 m. Đất cát pha màu xám vàng, xám nâu, trạng thái cứng. Đất khá rắn chắc nhưng dễ lấy mẫu và vẫn có thể quan sát được cấu tạo đá gốc do rửa trôi vật liệu mịn trên bề mặt. Nhiều nơi chứa các đốm nhỏ màu vàng sáng đến trắng, ít hơn là các đốm màu đen. *Đới phong hoá trung bình QSS.01-L3 và phong hoá yếu QSS.01-L4 (saprolit)*: QSS.01-L3 dày 1–2 m, chứa chủ yếu đất sét pha lẫn dăm sạn; QSS.01-L4 có chiều dày mỏng <0,5–1 m, chứa đá gốc nứt nẻ bị phong hoá yếu, chủ yếu dọc theo khe nứt; Dưới cùng là đá granodiorit màu xám xanh, cấu tạo khối.

Mặt cắt QSS02 là taluy dương trên tuyến tỉnh lộ 14B đoạn qua xã Hương Hữu. Mái dốc có chiều cao khoảng 8–9 m so với nền đường giao thông, dốc đứng 70–75°, không quan sát được ranh giới với đá gốc. Các đới phong hoá trong mặt cắt theo thứ tự từ trên xuống dưới như sau (Hình 2b).



Hình 2b. Mặt cắt vỏ phong hoá QSS02 trên đá granodiorit phức hệ Bến Giàng – Quế Sơn ở Hương Hữu

Ghi chú Hình 2b: *Đới phong hoá hoàn toàn QSS.02-L1*: Đới có chiều dày 1,5–2 m. Đất sét pha màu nâu đỏ, trạng thái cứng. Đất khá rắn chắc nhưng dễ lấy mẫu; *Đới phong hoá mạnh QSS.02-L2 (đới litoma)*: Chiều dày đới là 5–6 m. Đất sét pha màu nâu đỏ, xám nâu, trạng thái nửa cứng. Đới nơi chứa nhiều đốm màu vàng nghệ kích thước 1–2 cm, một số vị trí là các đốm màu đen. Đất khá xốp và dễ lấy mẫu; *Đới phong hoá trung bình QSS.02-L3 (saprolit)*: Dày 1–2 m đến nền đường giao thông. Đất sét pha màu nâu đỏ, xám vàng, trạng thái cứng, chứa nhiều sạn và khó lấy mẫu bằng cước.

4.2 Thành phần hoá học và khoáng vật của đất đới phong hoá

Thành phần hoá học của đất đới phong hoá hoàn toàn trên đá granodiorit của phức hệ Bến Giàng – Quế Sơn khu vực Nam Đông được trình bày ở Bảng 2. Vỏ phong hoá thuộc kiểu SiAlFe với hàm lượng trung bình SiO_2 , Al_2O_3 và T- Fe_2O_3 lần lượt là 46,1, 24,5 và 12,3%. Hàm lượng nhôm trong đất khá cao so với đá gốc (15,1%) là kết quả của sự biến đổi và tích lũy tương

đối các khoáng vật sét và nhóm hạt sét ở điều kiện bề mặt; thay vào đó, quá trình hoà tan, rửa trôi mạnh đã mang đi hầu hết các cation kiềm, đặc biệt là Ca^{2+} và Na^+ . Theo Trần Trọng Hoà [13] và Hoàng Hoa Thám [19], đá granodiorit Bến Giằng – Quế Sơn là loại đá kiềm, kiềm vôi với hàm lượng Na_2O và K_2O trung bình 7,84%; $\text{CaO} = 1,89\%$ (Bảng 2). Trong khi đó, hàm lượng CaO trong đất đới phong hoá chỉ còn 0,03–0,06%; Na_2O gần như bị hoà tan và rửa trôi khỏi đới phong hoá hoàn toàn (các mẫu QSD03.01, QSS01-L1 và QSS02-L1). Al^{3+} do tính kém linh động và kém hoà tan nên có xu hướng tập trung lại trong các sản phẩm phong hoá tàn dư. Đồng thời, Si tự do được giải phóng trong suốt quá trình phong hoá theo phương thức hoà tan và kết hợp với các cation Al^{3+} để thành tạo các khoáng vật sét mới. Các cation K^+ một phần bị rửa trôi, một phần tham gia vào cấu trúc của các hạt sét cùng với Al^{3+} và Si^{4+} . Kết quả phân tích thành phần khoáng vật cũng cho thấy sự có mặt với hàm lượng cao của kaolinit trong đới phong hoá hoàn toàn, dao động từ 18 đến 30%; ít hơn là illit, vermiculit và khoáng vật sét vô định hình như allophan và imogolit. Tính ngậm nước của các khoáng vật sét này là nguyên nhân tạo nên tỉ phần lớn lượng mất khi nung (MKN) trong thành phần của đất (MKN = 8,9–11,49%). Chỉ số phong hoá hoá học CIA (Chemical Index of Alteration, $\text{CIA} = (\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$) rất cao (91,9) và phản ánh đúng mức độ phong hoá triệt để của đá trong đới phong hoá hoàn toàn.

Bảng 2. Thành phần hoá học (%) của đất đới phong hoá hoàn toàn và đới phong hoá mạnh trên đá granodiorit Bến Giằng – Quế Sơn ở khu vực Nam Đông

KH mẫu	SiO ₂	Al ₂ O ₃	T-Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	MKN	CIA
QSD03.01	43,1	25,7	13,87	1,69	0,07	0,87	0,06	<0,01	1,8	0,16	12,5	93,2
QSD03.02	43	25,4	13,73	1,78	0,11	1,11	0,02	<0,01	3,28	0,13	11,2	88,5
QSS01-L1	40,5	25,3	12,96	1,55	0,14	2,32	0,4	0,13	1,23	0,12	14,9	93,5
QSS02-L1	57,6	21,6	8,51	0,97	0,03	0,50	0,09	0,08	1,49	–	8,9	92,9
Trung bình	46,1	24,5	12,3	1,5	0,1	1,2	0,1	0,1	2	0,1	11,9	91,9
Đá gốc (*)	69,4	15,1	3,1	0,46	0,05	0,95	1,89	3,31	4,53	–	–	–

(*) Thành phần hoá học của đá gốc được tính trung bình theo Trần Trọng Hoà [7] và Hoàng Hoa Thám [19].

4.3 Thành phần hạt của đất ở các đới phong hoá

Kết quả thí nghiệm thành phần hạt của đất các đới phong hoá trên đá granodiorit ở các mặt cắt QSS01 và QSS02 được trình bày ở Bảng 3.

Đất trong các đới phong hoá chủ yếu là đất sét pha và đất sét, màu sắc thay đổi từ xám vàng đến nâu đỏ. Ở cả hai mặt cắt QSS01 và QSS02, hàm lượng nhóm hạt bụi và sét ở đới phong hoá hoàn toàn (65,7–71,8%) và phong hoá mạnh (29,8–53,3%) đều rất cao; trong khi đó, ở

đổi phong hoá trung bình, nhóm hạt cát và sỏi sạn chiếm ưu thế (Bảng 3). Như vậy, có thể thấy phân bố các cấp hạt trong các đới tuân theo quy luật chung: Hàm lượng nhóm bụi và sét giảm dần từ đới phong hoá triệt để ở trên cùng xuống dưới sâu và thay thế bằng sự gia tăng của cấp hạt cát, dăm sạn.

Trong nghiên cứu thành phần hạt của đất phong hoá, người ta sử dụng chỉ số phong hoá đất Kd, được xác định bằng tỉ số giữa hàm lượng cấp hạt thô và hàm lượng cấp hạt bụi – sét [10, 11, 16, 24]. Theo quy luật, Kd thấp ở đới phong hoá hoàn toàn và tăng dần ở các đới dưới sâu. Trong mặt cắt QSS01, Kd giảm dần từ 0,52 ở đới phong hoá hoàn toàn (L1) xuống 2,36 ở đới phong hoá mạnh (L2) và tăng rất cao đến 22,81 ở đới phong hoá trung bình (L3) do đới L3 chứa rất nhiều dăm sạn sỏi kích thước 0,5–5 cm (65%). Tương tự, ở mặt cắt QSS02, chỉ số Kd cũng giảm dần theo hướng từ trên mặt (L1: 0,39) xuống dưới sâu (L3: 0,91). Biến động về chỉ số Kd ở đới phong hoá trung bình (L3) giữa mặt cắt QSS01 và QSS02 trên cùng một loại đá gốc liên quan chủ yếu đến sự thay đổi của độ dốc địa hình và kéo theo khả năng tích trữ nước ngầm cũng như mức độ bảo tồn vỏ phong hoá ở hai vị trí có sự khác biệt [9, 12, 21]. Ở Thượng Nhật, đặc biệt là tại khu vực thôn Lập, địa hình khá dốc, trong khi ở Hương Hữu, địa hình tương đối thoải, là điều kiện thuận lợi cho quá trình phong hoá xảy ra mạnh hơn và khả năng bảo tồn vỏ tốt hơn.

4.4 Tính chất cơ lý của đất đới phong hoá

Tính chất cơ lý của đất đá là một trong những cơ sở quan trọng để đánh giá khả năng phát sinh tai biến trượt lở trên các sườn dốc, mái dốc liên quan đến vỏ phong hoá, đặc biệt là sự thay đổi các tính chất này theo chiều sâu của mặt cắt phong hoá [14, 18, 21].

Đất đới phong hoá hoàn toàn và phong hoá mạnh trên đá granodiorit ở khu vực Nam Đông có trạng thái thay đổi từ cứng đến dẻo mềm, thậm chí là trạng thái chảy. Khảo sát thực địa và lấy mẫu được tiến hành cả vào mùa mưa nhiều (10/2020) và mùa khô (4/2021) nên có thể quan sát rất rõ sự thay đổi này. Loạt mẫu QSS01 và QSS02 được thu thập vào mùa khô nên các chỉ tiêu nhìn chung đều xấp xỉ giá trị trung bình của đất đới phong hoá hoàn toàn trên đá phức hệ Bến Giằng – Quế Sơn thuộc khu vực đồi núi Quảng Trị – Thừa Thiên Huế [15], cụ thể: Giá trị độ ẩm dao động từ 9,3 đến 23,6%; khối lượng thể tích trung bình 1,638 g/cm³; khối lượng riêng 2,69 g/cm³; độ rỗng và hệ số rỗng là 48,25% và 0,82; độ bão hoà 50,5% (Bảng 4); đất có trạng thái cứng. Trong khi đó, các mẫu QSD03 được thu thập vào mùa mưa nên có trạng thái dẻo mềm đến chảy, độ ẩm trong đất khá cao, 38,6–43,3%; đất bão hoà nước và kết cấu rất yếu; độ bão hoà trung bình là 91,9%; giới hạn chảy, giới hạn dẻo và chỉ số dẻo đều tăng cao, lần lượt là 35–48, 23,2–28,4 và 11,9–19,6%; khối lượng thể tích trung bình là 1,718 g/cm³.

Ở đới phong hoá trung bình, giá trị độ ẩm của đất tương đối thấp (QSS.01-L3: 3,7%; QSS.02-L3: 21%), giới hạn Atterberg đều giảm so với đới phong hoá mạnh và đới phong hoá hoàn toàn (QSS.01-L3: $W_i = 27\%$; $W_p = 19,9\%$ và $I_p = 7,1\%$; QSS.02-L3: $W_i = 33,1\%$; $W_p = 22,4\%$ và

$I_p = 10,7\%$), phù hợp với xu hướng biến đổi của mức độ phong hoá theo chiều sâu (Bảng 4).

4.5 Nguy cơ xảy ra tai biến trượt lở mái dốc liên quan vô phong hoá trên đá granodiorit phức hệ Bến Giằng – Quế Sơn ở Nam Đông

Ở Việt Nam cũng như trên thế giới đã có rất nhiều vụ trượt lở gây thiệt hại vô cùng nặng nề, đặc biệt là ở những vùng có khí hậu thuận lợi cho quá trình phong hoá xảy ra mãnh liệt như khu vực miền núi Thừa Thiên Huế. Sự khác biệt về quy mô, mức độ của các quá trình địa động lực này chủ yếu là do mức độ phát triển của vô phong hoá và sự biến đổi tính chất cơ lý của chúng.

Quá trình khảo sát thực địa ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế, ngay sau các đợt mưa vào tháng 10/2020 đã ghi nhận nhiều điểm trượt lở trên mái dốc dọc các tuyến giao thông, trong đó có những đoạn cắt qua vô phong hoá của đá granodiorit phức hệ Bến Giằng – Quế Sơn [23]. Điều kiện thuận lợi cho quá trình trượt ở khu vực nghiên cứu xảy ra bao gồm địa hình sườn dốc khá thoải trong khi mái taluy tương đối dốc; vô phong hoá dày; sản phẩm phong hoá có hàm lượng nhóm hạt sét và hạt bụi rất lớn; độ rỗng và hệ số rỗng lớn; nên đất nhanh chóng chuyển sang trạng thái dẻo, chảy khi có mưa lớn và dài ngày; đặc biệt, ở đới phong hoá hoàn toàn và phong hoá mạnh. Chiều dày vô phong hoá ở hai đới này là 4–8 m; tổng hàm lượng bụi và sét dao động từ 29,8 đến 71,8%; độ rỗng là 54,9% và hệ số rỗng là 1,216. Với các đặc điểm này, đất vào mùa mưa rất dễ trương nở, gia tăng thể tích và khối lượng, kết hợp áp lực thủy động của dòng ngầm xuôi theo sườn dốc, dẫn đến nguy cơ trượt lở các mái dốc, sườn dốc (Hình 3). Các đợt khảo sát bổ sung vào tháng 11/2020 và tháng 2/2021 không ghi nhận điểm trượt mới phát sinh trên hai tuyến giao thông nghiên cứu. Điều này hoàn toàn phù hợp với các nhận định trong các công trình nghiên cứu về trượt lở: Trượt lở xảy ra phổ biến khi có mưa cường độ lớn và kéo dài; lượng mưa lớn trong thời gian ngắn là một trong những yếu tố ảnh hưởng trực tiếp nhất, kích hoạt các trận trượt lở đất quy mô lớn [1, 15, 17, 21]. Rõ ràng rằng, khi có mưa cường độ lớn và kéo dài, đất đá ở đới phong hoá mạnh nhanh chóng bão hoà nước và gia tăng tải trọng, đồng thời giảm kết cấu của đất kéo theo giảm cường độ chống cắt của chúng. Lượng mưa của đợt 6–18/10 ở khu vực Nam Đông lên đến 2.715 mm, trong đó ngày 7/10 là 401 mm, ngày 9/10 là 357 mm và ngày 10/10 là 309 mm; lượng mưa ngày lớn nhất là 199 mm; đợt 27–28/10 là 439 mm (trong vòng 19 giờ) [8]. Kết quả thí nghiệm tính chất cơ lý của đất đới phong hoá hoàn toàn lấy tại mặt trượt ở thời điểm sau đợt mưa lớn (10/2020) cho thấy độ ẩm cao 38,6–43,3%; độ bão hoà lên tới 91,4–92,8%; các chỉ số giới hạn chảy, giới hạn dẻo và chỉ số dẻo đều cao (Bảng 4).



Hình 3. Điểm thường xuyên xảy ra trượt lở trên mái dốc dọc tuyến đường liên xã ở thôn Lập, Thượng Nhật

5 Kết luận

1. Vỏ phong hoá trên đá granodiorit ở Nam Đông có chiều dày từ 8 đến hơn 10 m, phân đới khá rõ ràng, chủ yếu phân bố dọc trên tuyến tỉnh lộ 14B ở Hương Hữu và Thượng Long và rải rác ở Hương Sơn và Thượng Nhật. Về mặt hoá học, vỏ thuộc kiểu SiAlFe với hàm lượng SiO_2 , Al_2O_3 và T- Fe_2O_3 trung bình lần lượt là 46,1, 24,5 và 12,3%. Khoáng vật sét chủ yếu của đới phong hoá hoàn toàn và phong hoá mạnh gồm kaolinit, illit và khoáng vật sét vô định hình; chỉ số phong hoá hoá học rất cao ($\text{CIA} = 91,9$).

2. Quá trình phong hoá ở khu vực diễn ra rất mạnh mẽ với sản phẩm phong hoá hoàn toàn chủ yếu là đất sét và sét pha, màu sắc thay đổi từ xám vàng đến nâu đỏ. Hàm lượng hạt sét – bụi ở đới phong hoá hoàn toàn và phong hoá mạnh dao động từ 29,8 đến 87,8%; càng xuống sâu chỉ số phong hoá đất tăng dần cùng với sự gia tăng của cấp hạt thô. Các chỉ tiêu cơ lý đất trong đới phong hoá hoàn toàn ở khu vực trong điều kiện bình thường có giá trị xấp xỉ giá trị trung bình đất đới phong hoá hoàn toàn của khu vực Quảng Trị – Thừa Thiên Huế: độ ẩm 9,3–23,6%; khối lượng riêng 2,69 g/cm^3 ; độ rỗng 48,25%; độ bão hoà 50,50%. Vào mùa mưa, các chỉ số trên đều tăng, đặc biệt là độ ẩm (38,6–43,3%), khối lượng thể tích tự nhiên (1,718 g/cm^3) và độ bão hoà (91,9%).

3. Chiều dày vỏ phong hoá lớn, hàm lượng hạt sét – bụi cao, kết hợp với sự gia tăng độ ẩm, khối lượng thể tích tự nhiên, v.v. và các chỉ số Aterberg khi có mưa lớn kéo dài là nguyên nhân khiến cho đất bão hoà nước, mất cân bằng và xảy ra hiện tượng trượt lở trên các mái dốc trong mùa mưa bão.

Thông tin tài trợ

Nghiên cứu này được sự hỗ trợ tài chính từ đề tài khoa học – công nghệ cấp Đại học Huế, mã số DHH2020-01-174.

Tài liệu tham khảo

1. Bai S, Wang J, Thiebes B, Cheng C and Yang Y (2014). Analysis of the relationship of landslide occurrence with rainfall: a case study of Wudu County, China. *Arab J Geosci.*, 7:1277–1285. DOI 10.1007/s12517-013-0939-9
2. Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 2683:2012: Đất xây dựng - Lấy mẫu, bao gói, vận chuyển và bảo quản mẫu.
3. Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4196:2012: Đất xây dựng - Phương pháp xác định - độ ẩm và độ hút ẩm trong phòng thí nghiệm.
4. Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4202:2012: Đất xây dựng - Phương pháp xác định khối lượng thể tích trong phòng thí nghiệm.
5. Bộ Khoa học và Công nghệ (2014). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4198:2014: Đất xây dựng - Phương pháp phân tích thành phần hạt trong phòng thí nghiệm.
6. Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4195:2012: Đất xây dựng - Phương pháp xác định - khối lượng riêng trong phòng thí nghiệm.
7. Bộ Khoa học và Công nghệ (2012). Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 4197 : 2012: Đất xây dựng - Phương pháp xác định - giới hạn dẻo và giới hạn chảy trong phòng thí nghiệm.
8. Đài Khí tượng - Thủy văn Thừa Thiên Huế (2020). Thông tin cập nhật tình hình mưa bão năm 2020.
9. Nguyễn Bá Duẩn, Đặng Thanh Hải, Vũ Đức Minh, Lê Thị Thúy Hiên (2011). Nghiên cứu xác định nguyên nhân trượt lở khu vực cầu Móng Sến, tỉnh Lào Cai. *Tạp chí Các Khoa học về Trái đất*, 33(2): 164-174.
10. Franz Ottner, Sergey Sedov, Undrakh-Od Baatar, Karrin Wriessing (2013). Grain size and mineralogical indicators of weathering in the Oberlaab loess-paleosol sequence, Upper Austria. *Quaternary Science Journal*. Vol. 62, No. 1, pp. 34-43. Geozon Science Media. ISBN 0424-7116.
11. Fridland V.M. (1973). Đất và vỏ phong hoá nhiệt đới ẩm (thí dụ lấy ở phần miền Bắc Việt Nam). NXB Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội. 318 trang.
12. Trần Thanh Hà (2013). Quan hệ giữa đặc điểm địa mạo và trượt lở đất tại tỉnh Lào Cai. *Tạp chí khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội*, 29(3): 35-44.
13. Trần Trọng Hoà (2005), Hoạt động magma Permi - Trias lãnh thổ Việt Nam và triển vọng kim loại quý hiếm (Pt, Au) liên quan, *Tuyển tập HNKH 60 năm Địa chất Việt Nam*: 63-79.
14. Nguyễn Việt Kỳ và Nguyễn Văn Tuấn (2005). Các đặc trưng cơ lý của vỏ phong hoá trên một số loại đá phổ biến ở Tây Nguyên. *Hội nghị Khoa học và Công nghệ lần thứ 9. Trường Đại học Bách khoa TP. HCM.*
15. Nguyễn Thị Thanh Nhàn, Nguyễn Thanh (2012), Tính chất cơ lý đất đá và ảnh hưởng của chúng đến các quá trình dịch chuyển đất đá trên sườn dốc, mái dốc vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế, *Tạp chí Khoa học Đại học Huế*, 74B(5): 123-132.
16. Pecs M. and Richter G. (1996). *LossHerkunft – Gliederung – Landscape – Zeitschrift for Geomorphology N.F., Supplementband 98*: 391 pp.
17. Polemio M. & Petrucci O. (2000). Landslides: Rainfall as a landslide triggering factor - an overview of recent international research. Vol. 3. Cardiff. page 1219-1226.

18. Sajinkumar KS, Anbazhagan S, Pradeepkumar AP (2011). Weathering and landslide occurrences in parts of Western Ghats, Kerala. *Journal of the Geological Society of India*, 78: 249-257.
19. Hoàng Hoa Thám, Trần Trọng Hoà, Nguyễn Văn Canh, Lê Hải Nghĩa, Nguyễn Thị Thuý (2019), Thạc luận các đá granitoid phức hệ Quế Sơn, khối Sa Thầy, tỉnh Kon Tum, Kỳ yếu Hội nghị Nghiên cứu cơ bản trong Khoa học Trái đất và Môi trường: Những kết quả nghiên cứu mới: 15-19.
20. Nguyễn Thanh, Lê Văn Thăng, Hà Ngọc Khanh, Nguyễn Khoa Lạnh, Trương Văn Lói, Bùi Văn Nghĩa, Mai Văn Phô, Võ Văn Phú, Lê Đình Phúc, Lê Xuân Tài, Trần Đức Thạnh. Hoàng Đức Triêm, Nguyễn Việt (2005). Địa chí Thừa Thiên Huế, phần Tự nhiên. NXB Khoa học xã hội. Hà Nội.
21. Đỗ Quang Thiên và Nguyễn Đức Lý (2013). Nhận định về tai biến trượt lở đất đá dọc tuyến đường Hồ Chí Minh đoạn từ Quảng Bình đến Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Các khoa học về Trái Đất*, 35(3): 230-240.
22. Phạm Huy Thông và cộng sự (1997). Báo cáo đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản nhóm tò Hố tỷ lệ 1:50,000, Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
23. Nguyễn Thị Thuý, Lê Duy Đạt, Hồ Trung Thành, Lê Hải Cường (2021). Nghiên cứu hiện trạng và nguyên nhân trượt lở mái dốc tuyến cao tốc La Sơn - Túy Loan và đường 14b, huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học - Công nghệ Trường ĐH Khoa học (đã nhận đăng)*.
24. Ngô Quang Toàn (chủ biên) (2000). Vô phong hoá và trầm tích Đệ Tứ Việt Nam. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam. Hà Nội. 269 trang.

Bảng 3. Thành phần hạt (%) theo cấp hạt (mm) của đất trong đới phong hoá trên đá granodiorit Bến Giằng – Quế Sơn ở khu vực Nam Đông

SHM	Sét	Bụi nhỏ	Bụi lớn	Cát mịn	Cát nhỏ	Cát vừa	Cát thô	Sỏi sạn nhỏ	Sỏi sạn vừa	Kd	Mô tả
	<0,005	0,005–0,01	0,01–0,1	0,05–0,1	0,1–0,3	0,25–0,5	0,5–2	2–5	5–20		
QSS01-L1	35,1	10,5	20,1	17,7	7	3,3	4,5	1,8	–	0,52	Sét màu xám vàng, xám nâu, trạng thái cứng
QSS01-L2	9,3	3	17,5	19,6	18,4	10,6	16,6	4,8	0,2	2,36	Cát pha màu xám vàng, xám nâu, trạng thái cứng
QSS01-L3	0,6	0,7	2,9	6,3	6,2	9,6	30	35	8,7	22,8	Sét pha lẫn dăm sạn sỏi màu xám vàng, xám nâu, trạng thái cứng
QSS02-L1	6,2	18,3	47,3	3,9	6,3	4,1	13,1	0,8	–	0,39	Sét pha màu nâu đỏ, ít xám vàng, trạng thái cứng
QSS02-L2	7,8	3,1	42,6	9,7	11,8	8,8	16	0,2	–	0,87	Sét pha màu nâu đỏ, xám nâu, ít xám vàng, trạng thái nửa cứng
QSS02-L3	8	2,1	42,4	6,9	12,9	9	17,8	0,9	–	0,91	Sét pha màu nâu đỏ, xám vàng, trạng thái cứng
QSD03.01	34,7	47,8	5,3	2,7	4,3	4,4	0,8	0	–	0,14	Sét màu xám vàng, xám trắng, tím gụ, trạng thái dẻo mềm.
QSD03.02	15,1	5,7	60,5	12,2	4,3	1,4	0,7	0,1	–	0,23	Sét pha màu xám vàng, xám trắng, tím gụ, trạng thái chảy.
QSD03.03	9,8	2,4	67,7	10,1	4	4,2	1,8	0,0	–	0,25	Sét pha màu xám vàng, xám trắng, tím gụ, trạng thái chảy.

Bảng 4. Tính chất cơ lý của đất trong đới phong hoá trên đá granodiorit Bến Giằng – Quế Sơn ở khu vực Nam Đông

SHM	Độ ẩm	Khối lượng thể tích	Khối lượng thể tích khô	Khối lượng riêng	Độ rỗng	Hệ số rỗng	Độ bão hoà	Giới hạn Aterberg			Độ sệt
								Giới hạn chảy	Giới hạn dẻo	Chỉ số dẻo	
	<i>W</i>	<i>g_w</i>	<i>g_c</i>	<i>D</i>	<i>n</i>	<i>e₀</i>	<i>G</i>	<i>W_l</i>	<i>W_p</i>	<i>I_p</i>	<i>B</i>
%	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	%	–	%	%	%	%	–	
QSS01-L1	18,3	1,447	1,223	2,71	54,9	1,216	40,8	45,5	27,4	18,1	-0,5
QSS01-L2	9,3	1,866	1,707	2,69	36,5	0,576	43,5	26,1	20	6,1	-1,75
QSS01-L3	3,7	1,741	1,679	2,68	37,4	0,596	16,6	27	19,9	7,1	-2,29
QSS02-L1	21,7	1,621	1,332	2,68	50,3	1,012	57,5	33,8	22,7	11,1	-0,09
QSS02-L2	23,6	1,618	1,309	2,69	51,3	1,055	60,2	34,2	22,8	11,4	0,07
QSS02-L3	21	1,457	1,204	2,68	55,1	1,226	45,9	33,1	22,4	10,7	-0,13
QSD.03.01	38,6	1,751	1,263	2,7	53,2	1,137	91,6	48	28,4	19,6	0,52
QSD.03.02	43	1,712	1,197	2,69	55,5	1,247	92,8	40,1	25,2	14,9	1,2
QSD.01.03	43,3	1,692	1,181	2,68	55,9	1,270	91,4	35	23,1	11,9	1,7
(**)	23	1,8	1,47	2,68	45	0,823	76	33	19	14	–

(**) Giá trị trung bình tính chất cơ lý của đất đới phong hoá hoàn toàn trên đá phức hệ Bến Giằng – Quế Sơn thuộc khu vực Quảng Trị – Thừa Thiên Huế [9].