

PHÂN TÍCH DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỂ XÁC ĐỊNH CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN BIẾN ĐỘNG VÀ PHÂN MẢNH RỪNG TỰ NHIÊN Ở HUYỆN NAM ĐÔNG, TỈNH THỪA THIÊN HUẾ

Nguyễn Văn Lợi^{1*}, Dương Văn Thành¹, Hồ Đăng Nguyên¹, Nguyễn Hợi¹,
Nguyễn Hữu Tâm²

¹Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế;

²Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn Đà Nẵng.

*Tác giả liên hệ: nguyenvanloi@huaf.edu.vn

Nhận bài: 14/04/2022 Hoàn thành phản biện: 21/06/2022 Chấp nhận bài: 23/06/2022

TÓM TẮT

Mục tiêu của nghiên cứu là phân tích các nhân tố ảnh hưởng đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên. Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp viễn thám và phân tích dữ liệu không gian dựa trên cơ sở GIS. Ba cảnh ảnh của vệ tinh Landsat 5 TM năm 2005 và Landsat OLI năm 2015 và 2020 đã được sử dụng để phân tích biến động và phân mảnh rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế giai đoạn 2005 - 2015 và 2015 - 2020. Kết quả cho thấy rừng tự nhiên đã giảm từ 76,77% năm 2005 xuống còn 75,41% năm 2015 và 73,79% năm 2020. Tỷ lệ diện tích rừng tự nhiên và phân mảnh rừng thay đổi trong giai đoạn 2005-2015 và 2015-2020 tương ứng là 0,41%; 1,77% và 1,93%; 2,32%. Những nhân tố được xác định có ảnh hưởng lớn nhất đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên từ năm 2005 đến 2020, bao gồm các khu rừng tự nhiên ở độ cao (≤ 300 m), độ dốc ($\leq 15^\circ$), tiếp cận các con đường (≤ 2000 m), các con sông suối (≤ 1000 m) và khu dân cư gần nhất (≤ 4000 m), rừng TXP, hỗn giao gỗ tre nứa, rừng TXN, bìa rừng, rừng cách ly thuộc rừng sản xuất và phòng hộ do UBND các xã và các cộng đồng quản lý. Kết quả nghiên cứu sẽ giúp cho các nhà quản lý lâm nghiệp đề xuất các giải pháp quản lý bảo vệ rừng tự nhiên có hiệu quả ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế trong tương lai.

Từ khóa: Biến động, Nam Đông, Nhân tố, Phân mảnh, Rừng tự nhiên

ANALYSIS OF SPATIAL DATA TO IDENTIFY FACTORS AFFECTING THE CHANGE AND FRAGMENTS OF NATURAL FOREST COVER IN NAM DONG DISTRICT, THUA THIEN HUE PROVINCE

Nguyen Van Loi^{1*}, Duong Van Thanh¹, Ho Dang Nguyen¹, Nguyen Hoi¹,
Nguyen Huu Tam²

¹University of Agriculture and Forestry, Hue University;

²Department of Agriculture and Rural Development of Da Nang city.

ABSTRACT

The objective of the study is to analyze the factors affecting natural forest cover change and fragmentation. The study used GIS-based spatial data analysis and remote sensing method. Three image scenes of the Landsat 5 TM in 2005 and the Landsat 8 OLI in 2015 and 2020 used to identify natural forest cover change and fragmentation in Nam Dong district for the period 2005 - 2015 and 2015 - 2020. The results showed that natural forest area has decreased from 76.77% in 2005 to 75.41% in 2015 and 73.79% in 2020. The percentages of natural forest and forest fragmentation area changed for the period 2005-2015 and 2015-2020 were 0.41%; 1.77% and 1.93%; 2.32% respectively. Factors identified that have the greatest impact on natural forest cover change and fragmentation from 2005 to 2020, including natural forests with elevation above sea level (≤ 300 m), slope ($\leq 15^\circ$), access to the nearest roads (≤ 2.000 m), rivers and streams (≤ 1.000 m) and the nearest residential area (≤ 4.000 m), evergreen broadleaf forest-growth, mixed timber and bamboo forest, evergreen broadleaf forest-poor, forest edge, isolated forest belonging to production and protection forests were managed by the Commune People's Committees and the Management Boards of Community Forest. The study results will help forestry managers to propose effective solutions for natural forest protection and management in Nam Dong district, Thua Thien Hue province in the future.

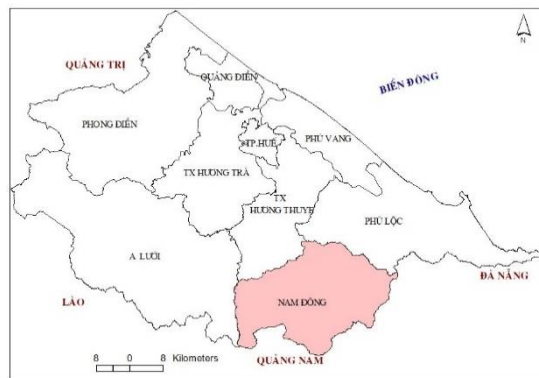
Keywords: Change, Factor, Fragmentation, Natural forest, Nam Dong

1. MỞ ĐẦU

Rừng tự nhiên không những đóng một vai trò quan trọng trong việc giảm thiểu biến đổi khí hậu mà còn là nơi cư trú của hầu hết các loài sinh vật. Thay đổi/biến động độ che phủ rừng và phân mảnh rừng tự nhiên có thể được xem là suy thoái rừng và mất rừng tự nhiên. Điều này đã dẫn đến sự thay đổi các chức năng của hệ sinh thái và cảnh quan rừng. Phân mảnh và suy thoái hệ sinh thái rừng là một trong những nguyên nhân chính gây mất đa dạng sinh học trong cảnh quan rừng (Fahrig, 2003). Quá trình phân mảnh rừng xảy ra khi các diện tích rừng liên tục và sinh cảnh giàu sinh thái bị chia cắt thành các phần nhỏ hơn và bị cô lập bởi các kiểu che phủ khác không giống như ban đầu (Echeverria và cs, 2006), nó cũng tạo ra các bìa mới giữa rừng tự nhiên và đất không có rừng (Fahrig, 2003). Do đó, mất độ che phủ của rừng đã trở thành một trong những mối quan tâm của các nhà khoa học vì tác động của nó đối với đa dạng sinh học và biến đổi khí hậu. Ngoài ra, thay đổi độ che phủ và phân mảnh rừng tự nhiên có thể được coi là một chỉ số của quản lý rừng bền vững. Sự phân mảnh rừng ngày càng gia tăng có tác động đáng kể đến thành phần quần thể, sự phân bố và sự phong phú của các loài động thực vật. Hơn nữa, nó cũng làm thay đổi các đặc tính của môi trường sống còn lại (Fahrig, 2003). Hiện nay, tư liệu ảnh viễn thám được ghi nhận là công cụ đặc biệt có hiệu quả và thành công nhất

để xây dựng bản đồ che phủ rừng, theo dõi tình trạng mất và suy thoái rừng do biến đổi độ che phủ của rừng (Potapov và cs., 2012). Bản đồ che phủ rừng tự nhiên sẽ cung cấp thông tin rõ ràng về sự phân bố các loại rừng, là bước đầu tiên của phân tích phân mảnh rừng (Stehman, 2012).

Nam Đông là một huyện miền núi của tỉnh Thừa Thiên Huế (Hình 1), có tổng diện tích tự nhiên 64.782,1 ha với trên 70% diện tích là rừng tự nhiên. Diện tích rừng tự nhiên ở đây là nơi sinh sống của hầu hết các loài động vật và thực vật có giá trị kinh tế và bảo tồn cao ở tỉnh Thừa Thiên Huế. Tuy nhiên, những diện tích rừng tự nhiên còn lại đang tiềm ẩn nhiều nguy cơ và rủi ro về mất rừng và suy thoái rừng do nhiều nguyên nhân khác nhau. Với đặc tính ưu việt của tư liệu ảnh viễn thám, nguồn dữ liệu phong phú và miễn phí thì việc phân tích ảnh hưởng của các nhân tố không gian đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên dựa trên cơ sở GIS và viễn thám sẽ cung cấp thông tin nhanh chóng, kịp thời và đảm bảo độ tin cậy mong muốn, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn, được xem như là một phương pháp tiếp cận mới hiện nay. Kết quả phân tích ảnh hưởng của các nhân tố không gian đến biến động và phân mảnh rừng có ý nghĩa quan trọng giúp các nhà quản lý lâm nghiệp đưa ra các giải pháp quản lý rừng bền vững tại huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế trong tương lai.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

Dữ liệu không gian: Ảnh vệ Landsat 5 TM tháng 5 năm 2005, Landsat 8 tháng 7 năm OLI năm 2015 và 2020 đã được tải miễn phí từ nguồn trực tuyến từ Trung tâm dữ liệu Khoa học và Quan sát Tài nguyên trái đất của cơ quan khảo sát địa chất Hoa Kỳ. Bên cạnh đó, một số dữ liệu thứ cấp cũng đã được sử dụng để hỗ trợ trong quá trình xử lý ảnh như bản đồ hành chính, bản đồ địa hình, bản đồ quy hoạch 3 loại rừng, bản đồ kiểm kê rừng năm 2016, bản đồ theo dõi diễn biến rừng năm 2020 của huyện Nam Đông và các ô mẫu điều tra trên thực địa.

Dữ liệu thuộc tính: Thông tin về các loại phân mảnh rừng tự nhiên cũng như độ tàn che, trữ lượng của các trạng thái rừng tự nhiên hiện có ở vùng nghiên cứu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xác định các nhân tố không gian ảnh hưởng đến mất rừng tự nhiên và phân mảnh rừng tự nhiên

Thực tế cho thấy biến động, phân mảnh rừng và chuyển đổi rừng tự nhiên sang mục đích sử dụng khác có liên quan đến các nhân tố tự nhiên, kinh tế - xã hội. Dựa trên các nghiên cứu trước đây kết hợp với tham vấn với chính quyền địa phương, các nhân tố tiềm năng đã ảnh hưởng đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên đã được lựa chọn, bao gồm khoảng cách tiếp cận rừng tự nhiên từ các khu dân cư, mạng lưới đường, sông suối, địa hình (độ cao tuyệt đối, độ dốc), chất lượng rừng và chức năng rừng (rừng đặc dụng, rừng phòng hộ và rừng sản xuất) theo các chủ rừng quản lý khác nhau.

2.2.2. Xây dựng cơ sở dữ liệu nghiên cứu

Xây dựng dữ liệu lớp hiện trạng rừng tự nhiên qua từng thời kỳ:

Bản đồ hiện trạng rừng tự nhiên và các dạng che phủ đất có liên quan được xây

dựng từ phân tích ảnh vệ tinh Landsat 5 TM năm 2005 và Landsat 8 OLI năm 2015 và 2020. Trước khi tiến hành phân loại, chúng tôi đã thực hiện nắn chỉnh ảnh, 30 điểm khống chế đã được áp dụng để đưa về hệ thống tọa độ quy chuẩn VN2000 với sai số bình phương trung bình nhỏ hơn 0,5 pixel, chọn kênh (kênh 3, 4, 5 của Landsat 5, kênh 4, 5, 6 của Landsat 8 có độ phân giải không gian 30 m) và vùng nghiên cứu. Phân tích chỉ số thực vật NDVI dựa trên kênh đỏ và kênh cận tia hồng ngoại theo công thức sau:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Trong đó NIR và RED là phổ phản xạ của kênh cận hồng ngoại và kênh đỏ.

Ranh giới giữa các loại rừng tự nhiên được xác định dựa trên các tiêu chí phân định và phân loại rừng theo thông tư 33/2018/ TT-BNN&PTNT về điều tra, kiểm kê và theo dõi diễn biến rừng. Tại mỗi thời điểm, các loại rừng tự nhiên và các loại che phủ đất khác được phân ra thành 10 loại: i) rừng gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh LRTX giàu (TXG), ii) rừng gỗ tự nhiên núi đất LRTX trung bình (TXB), iii) rừng gỗ tự nhiên núi đất LRTX nghèo (TXN), iv) rừng gỗ tự nhiên núi đất LRTX phục hồi (TXP), v) rừng hỗn giao tre nứa, vi) rừng tre nứa, vii) rừng trồng, viii) đất mặt nước, ix) đất trống và x) đất khác (giao thông, đất nông nghiệp, đất thổ cư).

Sử dụng kết quả phân tích chỉ số thực vật NDVI, phân loại không có sự giám sát ISODATA cùng với dữ liệu thứ cấp và số liệu điều tra trên thực địa để chọn mẫu phân loại. Sự khác biệt giữa các mẫu phân loại có giá trị từ 0 đến 2,0 và khi so sánh các mẫu phân loại với nhau phải đảm bảo có giá trị đạt trên 1,9 nghĩa là các mẫu phải có sự khác biệt rõ ràng (Richardss và Jia, 2006). Kết quả chọn mẫu phân loại trên ảnh Landsat ở vùng nghiên cứu đều đảm bảo theo yêu cầu với giá trị khác biệt lớn hơn 1,9. Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp phân loại có sự

giám sát bằng thuật toán Maximum Likelihood classification để phân loại các thảm thực vật che phủ theo từng thời điểm ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế.

Đánh giá độ chính xác của phân loại được thực hiện thông qua phương pháp mô tả của Congalton, R. G., và Anthony J. Viera và Joanne M. Garrett năm 2005. Thủ tục phân loại ảnh được phân tích và xử lý thông qua phần mềm xử lý ảnh viễn thám ENVI và phần mềm ArcGIS.

Xây dựng dữ liệu lớp phân mảnh tự nhiên qua từng thời kỳ: Lớp phân mảnh rừng năm 2005, 2015 và 2020 được xây dựng dựa trên cơ sở kết quả phân tích hiện trạng rừng tự nhiên và các lớp che phủ đất khác có liên quan thông qua sử dụng bộ công cụ phân tích mô hình không gian hình thái (MSPA) được Vogt và cs. phát triển (2018).

Xây dựng lớp dữ liệu địa hình: Lớp đai cao tuyệt đối và độ dốc có liên quan mật thiết đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên. Qua điều tra trên thực địa cho thấy rừng tự nhiên bị xâm lấn thường xảy ra ở những địa điểm dễ tiếp cận, địa hình bằng phẳng (độ dốc dưới 15°), độ cao thấp (độ cao tuyệt đối dưới 300), gần với đất sản xuất của người dân địa phương. Độ cao trên 700 m và đặc biệt độ dốc trên 35° độ rất hiếm khi xảy ra tình trạng xâm lấn đất rừng. Trên cơ sở căn cứ kết quả điều tra trên thực địa kết hợp với phân chia cấp độ dốc của ngành Lâm nghiệp, chúng tôi đã phân chia các độ cao và độ dốc tương ứng các mức độ khác nhau ảnh hưởng đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên. 4 cấp độ cao (< 300 m, 300 - 500 m, 500 - 700 m; ≥ 700 m) và bốn cấp độ dốc ($< 15^{\circ}$, $15 - 25^{\circ}$, $25 - 35^{\circ}$, $\geq 35^{\circ}$) ảnh hưởng đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên đã được xây dựng từ mô hình số độ cao (DEM) bằng phần mềm ArcGIS.

Xây dựng lớp dữ liệu tiếp cận khu rừng tự nhiên từ khu dân cư, mạng lưới đường, nguồn nước: Các lớp tiếp cận này được xây dựng từ công cụ buffer có sẵn

trong phần mềm chuyên dụng GIS. Sử dụng phần mềm ArcGIS để nội suy và tính toán khoảng cách tiếp cận rừng tự nhiên tương ứng với các mức độ ảnh hưởng của nó đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên.

2.2.3. Đánh giá biến động hiện trạng và phân mảnh rừng tự nhiên

Sử dụng phương pháp chồng lớp bản đồ hiện trạng rừng và phân mảnh rừng qua từng thời kỳ và nội suy GIS kết hợp với ma trận biến động để xác định sự thay đổi của từng loại rừng cho hai giai đoạn (2005 - 2015 và 2015 - 2020). Vị trí và diện tích rừng tự nhiên biến động qua từng thời kỳ được xác định dựa trên cơ sở phân tích sự thay đổi các loại rừng và phân mảnh rừng tự nhiên. Kết quả được trình bày thông qua các bản đồ và bảng biểu.

2.2.4. Phân tích mức độ ảnh hưởng của từng nhân tố không gian đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên

Lớp bản đồ mất rừng tự nhiên giai đoạn 2005 - 2020 được chồng độc lập với từng lớp bản đồ nhân tố không gian ảnh hưởng và phân mảnh rừng tự nhiên năm 2005 trong GIS để xác định tương ứng với mức độ ảnh hưởng của từng nhân tố đến mất rừng tự nhiên.

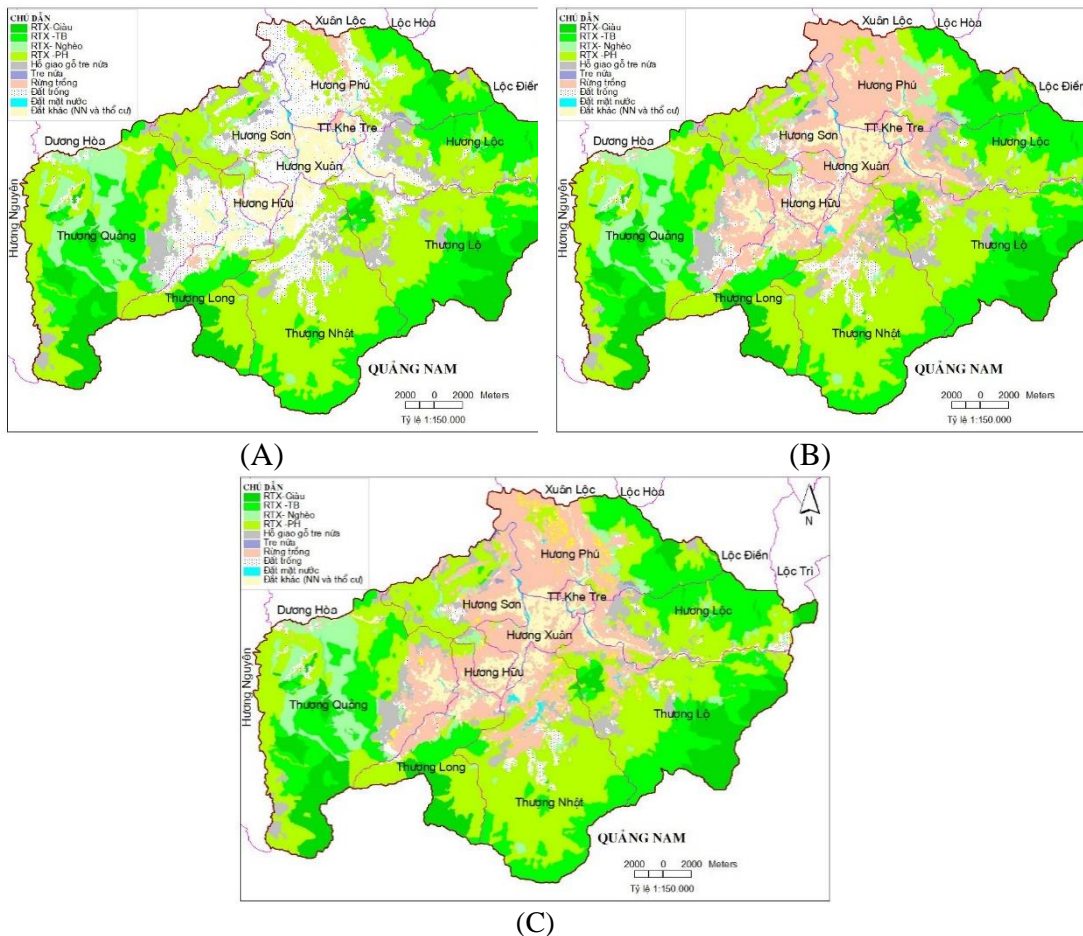
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đánh giá biến động hiện trạng rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông

Hiện trạng rừng được phân loại dựa trên cơ sở giải đoán và phân tích ảnh Landsat 5 năm 2005, Landsat 8 năm 2015 và 2020. Phân tích ảnh Landsat đã được chia ra làm 4 bước (phân loại không có sự giám sát, NDVI, có sự giám sát và đánh giá độ chính xác của phân loại). Kết quả phân loại cho từng thời kỳ đã xác định được 6 loại rừng tự nhiên (rừng gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh giàu (TXG), rừng gỗ tự nhiên núi đất LRTX trung bình (TXB), rừng gỗ tự nhiên núi đất LRTX nghèo (TXN), rừng gỗ tự nhiên núi đất LRTX phục hồi (TXP), rừng hỗn giao tre

nửa, rừng tre nửa), và 4 loại che phủ khác (rừng trồng, đất mặt nước, đất trồng và đất khác: giao thông, đất nông nghiệp, đất thổ cư). Hệ số Kappa biểu thị cho mức độ chấp thuận/độ chính xác phân loại trên các cảnh ảnh năm 2005; 2015 và 2020 cho kết quả cao, tất cả đều đạt trên 0,87 hay độ chính xác trên 87%. Điều này có thể khẳng định kết quả phân loại gần sát với hiện trạng rừng tự nhiên cho từng thời kỳ, đảm bảo độ tin cậy để xây dựng lớp dữ liệu hiện trạng rừng phục vụ phân tích biến động và phân mảnh rừng tự nhiên ở vùng nghiên cứu. Kết quả phân tích tư liệu ảnh Landsat cho từng năm cho thấy phân lớp rừng tự nhiên ở huyện

Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế năm 2005; 2015 và 2020 có diện tích tương ứng lần lượt là 49.730,9 ha; 48.850,5 ha và 47.805,4 ha, chiếm tỷ lệ tương ứng với 76,77%; 75,41% và 73,79% tổng diện tích tự nhiên vùng nghiên cứu. Diện tích còn lại là các loại đất khác và rừng trồng tương ứng với các năm lần lượt là 15.051,2 ha (23,23%); 15.931,6 (24,59%) và 16.976,7 ha (26,21%) (Hình 2). Sự suy giảm về diện tích rừng tự nhiên, gia tăng diện tích đất khác và rừng trồng qua từng thời kỳ đã cung cấp minh chứng về mất rừng tự nhiên hay chuyển đổi sang mục đích sử dụng khác.



Hình 2. Hiện trạng rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông từ giải đoán ảnh Landsat (A) 2005; (B) 2015 và (C) 2020

Phân tích biến động hiện trạng rừng tự nhiên dựa trên chu chuyển qua lại lẫn nhau giữa các loại rừng tự nhiên. Đây là cơ

sở quan trọng để xác định các nguyên nhân gây ra mất rừng tự nhiên ở vùng nghiên cứu.

Bảng 1. Ma trận biến động các loại rừng tự nhiên và các lớp che phủ khác ở huyện Nam Đông giai đoạn 2005 - 2015

2005/ 2015	Rừng TXG	Rừng TXB	Rừng TXN	Rừng TXP	Rừng hỗn giao gỗ tre nửa	Rừng tre nửa	Rừng trồng	Đất trống	Đất mặt nước	Đất khác	Tổng 2005
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
1	5.532,5*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.532,5
2	0,0	13.047,1*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13.047,1
3	0,0	0,0	3.930,3*	0,0	0,0	0,0	12,6	15,9	0,0	0,0	3.958,8
4	0,0	0,0	119,7	22.128,9*	0,0	0,0	726,2	94,0	0,0	0,0	23.068,8
5	0,0	0,0	0,0	0,0	3.912,2*	0,0	80,7	23,3	0,0	0,0	4.016,2
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	98,6*	0,0	8,9	0,0	0,0	107,5
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	480,0*	5,3	0,0	11,8	497,1
8	0,0	0,0	0,0	81,2	0,0	0,0	7886,0	2.157,6*	0,0	0,0	10.124,8
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	439,6*	0,0	439,6
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,9	5,2	18,1	3.875,5*	3.989,7
Tổng 2015	5.532,5	13.047,1	4.050,0	22.210,0	3.912,2	98,6	9.276,4	2.310,2	457,7	3.887,3	64.782,1

* Diện tích không thay đổi; TXG: gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh giàu; TXB: gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh trung bình; TXN: gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo; TXP: gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh phục hồi

Bảng 1 cho thấy rừng tự nhiên TXG và TXB không có sự thay đổi trong giai đoạn 2005 - 2015. Mặc dầu có chuyển đổi diện tích rừng TXN sang mục đích sử dụng khác, nhưng diện tích loại rừng này vẫn tăng do rừng TXP chuyển lên (119,7 ha). Rừng TXP có 81,2 ha được chuyển lên từ đất trống có cây gỗ tái sinh, nhưng loại rừng này cùng với rừng hỗn giao tre nửa và rừng tre nửa có xu hướng giảm dần do chuyển đổi sang trồng rừng keo thương mại và đất trống. Diện tích rừng tự nhiên đã bị chuyển đổi sang mục đích sử dụng khác hay bị mất trong giai đoạn này với diện tích là 961,6 ha, trong đó diện tích rừng TXN, TXP, rừng

hỗn giao tre nửa và rừng tre nửa bị chuyển đổi sang trồng rừng keo và đất trống với diện tích tương ứng lần lượt là 28,5 ha; 820,2 ha; 104,0 ha và 8,9 ha. Điều này chứng tỏ diện tích rừng TXP có nguy cơ cao bị người dân địa phương xâm lấn để chuyển đổi sang trồng keo. Diện tích rừng tự nhiên bị chuyển đổi được tìm thấy tập trung ở xã Hương Phú và vùng giáp ranh với đất sản xuất của người dân địa phương (Hình 3). Mặt khác phân tích biến động rừng tự nhiên dựa trên cơ sở phân tích dữ liệu không gian qua từng năm của chúng tôi đã cung cấp thêm bằng chứng về các nguyên nhân suy giảm rừng tự nhiên.

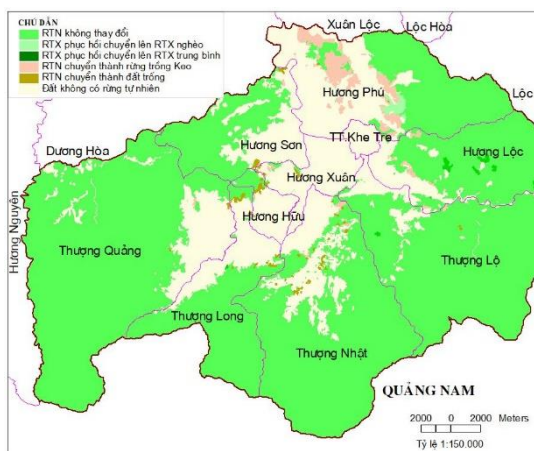
Bảng 2. Ma trận biến động các loại rừng tự nhiên và các lớp che phủ khác ở huyện Nam Đông giai đoạn 2015 - 2020

2015/ 2020	Rừng TXG	Rừng TXB	Rừng TXN	Rừng TXP	Rừng hỗn giao gỗ tre nửa	Rừng tre nửa	Rừng trồng	Đất trồng	Đất mặt nước	Đất khác	Tổng 2015
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
1	5.531,5*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5.532,5
2	0,0	13.034,4*	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13.047,1
3	0,0	0,0	3.848,3*	0,0	0,0	0,0	142,6	56,9	2,2	0,0	4.050,0
4	0,0	100,5	0,0	21.680,9*	0,0	0,0	342,1	25,7	16,1	44,8	22.210,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	3.481,2*	0,0	264,2	113,8	36,1	16,9	3.912,2
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	92,4*	0,0	0,0	0,0	6,2	98,6
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9.201,7*	1,0	17,7	56,0	9.276,4
8	0,0	0,0	0,0	23,5	0,0	0,0	1177,4	990,3*	29,9	89,1	2.310,4
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	457,7*	0,0	457,7
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	89,6	0,0	38,0	3.759,7*	3.887,3
Tổng 2020	5.531,5	13.134,9	3.861,0	21.704,4	3.481,2	92,4	11.218,6	1.187,7	597,7	3.972,7	64.782,1

* Diện tích không thay đổi; TXG: gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh giàu; TXB: gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh trung bình; TXN: gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo, và TXP: gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh phục hồi

Trong giai đoạn 2015 - 2020 cho thấy rừng TXB có xu hướng tăng do có 100,5 ha chuyển lên từ rừng TXP, trong khi đó, rừng TXG, rừng tre nửa, đặc biệt rừng TXN, TXP, rừng hỗn giao gỗ tre nửa có xu thế giảm. Sự chuyển đổi từ rừng tự nhiên sang mục đích sử dụng khác tăng mạnh trong giai đoạn này, trên diện tích chuyển từ rừng tự nhiên sang mục đích sử dụng khác tăng là 1.068,5 ha, trong đó có 431,0 ha đã được chuyển đổi từ rừng hỗn giao gỗ tre nửa, 428,7 ha từ rừng TXP; 201,6 ha từ rừng

TXN; 6,2 ha từ rừng tre nửa và 1,0 ha từ rừng TXG. Từ kết quả phân tích ảnh Landsat đã xác định được 749,9 ha được thay thế bởi rừng trồng keo và 318,6 ha được chuyển đổi sang phát triển cơ sở hạ tầng (xây dựng hồ chứa nước cho nhà máy thủy điện Thượng Nhật, đường cao tốc La Sơn - Túy Loan), xâm lấn phát nương làm rẫy (Hình 4). Điều này chứng tỏ rừng TXN, TXP, rừng hỗn giao gỗ tre nửa, nếu không được quản lý bảo vệ tốt, dễ bị người dân địa phương xâm lấn để chuyển đổi sang trồng rừng.



Hình 3. Biến động các loại rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông giai đoạn 2005 - 2015



Hình 4. Biến động các loại rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông giai đoạn 2015 - 2020

3.2. Đánh giá biến động phân mảnh rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông

Tương tự như phân tích biến động hiện trạng rừng tự nhiên, đánh giá biến động phân mảnh rừng tự nhiên cũng dựa trên cơ

sở chu chuyển qua lại lẫn nhau giữa các loại dạng rừng và phân mảnh rừng. Đây là cơ sở quan trọng để xác định các loại rừng tự nhiên phân mảnh có nguy cơ chuyển đổi sang các dạng che phủ khác.

Bảng 3. Ma trận biến động phân mảnh rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông giai đoạn 2005 - 2015

2005/2015	Rừng lõi	Rừng biên/bìa rừng	Rừng khuyết lõi	Rừng cách ly	Đất khác	Tổng năm 2005
Rừng lõi	43.694,6*	326,1	10,4	63,9	321,1	44.416,1
Rừng biên/bìa rừng	33,0	2.536,5*	0,0	121,5	366,5	3.057,5
Rừng khuyết lõi	143,6	80,9	723,2*	4,1	32,8	984,6
Rừng cách ly	0,0	0,0	0,0	1.031,5*	241,2	1.272,7
Đất khác	52,4	12,2	4,4	12,2	14970,0*	15.051,2
Tổng năm 2015	43.923,6	2.955,7	738,0	1233,2	15931,7	64.781,1

* Diện tích không thay đổi

Bảng 3 cho thấy rằng diện tích các loại phân mảnh rừng không thay đổi trong giai đoạn 2005 - 2015 là 47.985,8 ha, chiếm 98,23% tổng diện tích rừng tự nhiên của năm 2015. Phân tích chi tiết phân mảnh rừng tự nhiên, kết quả cho thấy rừng lõi từ 44.416,1 ha năm 2005 giảm xuống còn 43.082,9 ha (giảm 492,5 ha), diện tích bìa rừng, rừng khuyết lõi và rừng cách ly cũng giảm với diện tích tương ứng lần lượt là 101,8 ha; 246,5 ha và 39,5 ha. Ngược lại, diện tích đất khác (rừng trồng, đất trống, đất mặt nước và đất khác) năm 2015 tăng 880,4 ha, trong đó có 366,5 ha chuyển đổi từ bìa rừng; 321,1 ha từ rừng lõi; 241,2 ha từ rừng cách ly và 32,8 ha chuyển từ rừng khuyết lõi, trong khi đó đất khác (đất trống có xuất hiện loài cây tái sinh) đã có một thời gian phục hồi chuyển lên rừng lõi (52,4 ha), bìa rừng (12,2 ha), rừng khuyết lõi (4,4 ha) và rừng phân mảnh 12,2 ha). Hơn nữa, trong số 201,7 ha rừng phân mảnh thay đổi, có 63,9

ha chuyển đến từ bìa rừng, 121,5 ha từ bìa rừng và 4,1 ha từ rừng khuyết lõi, điều này chứng tỏ dưới tác động tiêu cực của con người đã gây ra phân mảnh rừng. Mặt khác, qua kiểm tra trên thực địa cho thấy phần lớn diện tích chuyển sang đất khác trong giai đoạn này chủ yếu do tác động xâm lấn đất rừng chuyển sang trồng rừng keo đã gây ra phân mảnh rừng tự nhiên, tăng nguy cơ mất rừng tự nhiên, thay đổi độ che phủ rừng. Nghiên cứu của chúng tôi đã chỉ ra một cách định lượng rằng những khu rừng bị cách ly và bìa rừng gần với khu dân cư và rừng trồng của người dân địa phương có nguy cơ bị chuyển đổi sang mục đích sử dụng khác. Kết quả này phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước đó ở các địa điểm khác ở tỉnh Thừa Thiên Huế (Nguyễn Văn Lợi và cs., 2019). Diện tích rừng tự nhiên bị phân mảnh gây ra mất rừng tự nhiên giai đoạn 2005 - 2015 được tìm thấy nhiều nhất ở xã Hương Phú và xã Thượng Nhật (Hình 5).

Bảng 4. Ma trận biến động phân mảnh rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông giai đoạn 2015 - 2020

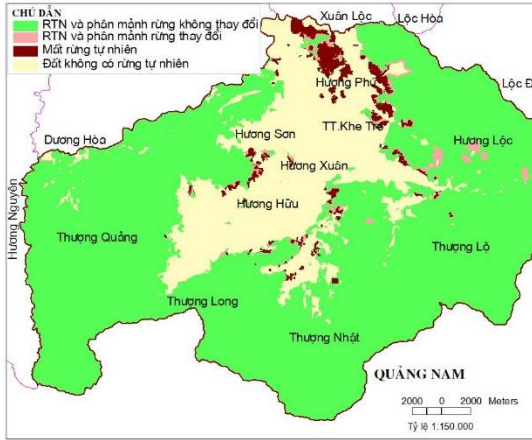
2015/2020	Rừng lõi	Rừng biên/bìa rừng	Rừng khuyết lõi	Rừng cách ly	Đất khác	Tổng 2015
Rừng lõi	42.986,3*	567,3	36,9	106,0	227,1	43.923,6
Rừng biên/bìa rừng	41,8	2.299,2*	0,0	185,5	429,2	2.955,7
Rừng khuyết lõi	44,5	96,2	555,6*	9,2	32,6	738,1
Rừng cách ly	0,0	0,0	0,0	853,5*	379,6	1.233,1
Đất khác	10,3	5,1	1,2	6,7	15.908,2*	15.931,7
Tổng 2020	43.082,9	2.967,8	593,7	1.160,9	16.976,9	64.782,1

* Diện tích không thay đổi

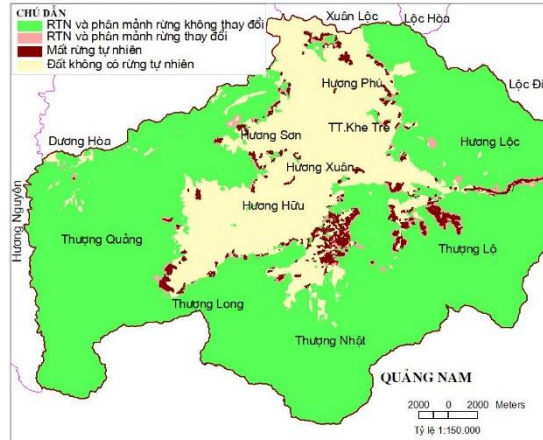
Trong giai đoạn 2015 - 2020, diện tích các loại rừng và phân mảnh không thay đổi trong giai đoạn này là 46.694,6%, chiếm 97,68% tổng diện tích rừng tự nhiên của năm 2020. Phân tích chi tiết phân mảnh rừng dễ dàng nhận thấy rừng lõi, rừng khuyết lõi và rừng cách ly có xu thế giảm với diện tích đã được xác định tương ứng lần lượt là 840,7 ha; 144,4 ha và 72,1 ha. Trên diện tích 2.179,3 ha rừng và phân mảnh rừng tự nhiên thay đổi trong giai đoạn này; có 937,3 ha chuyển từ rừng lõi đến bìa rừng, rừng khuyết lõi và rừng cách ly; đất khác; 614,7 chuyển từ bìa rừng đến rừng cách ly, đất khác và 41,8 ha chuyển từ rừng khuyết lõi xuống rừng cách ly và 379,6 ha chuyển từ rừng cách ly đến đất khác. Đồng thời, diện tích chuyển lên rừng lõi từ rừng biên (41,8 ha), rừng khuyết lõi (44,5 ha) và đất trống có cây gỗ tái sinh (10,3 ha); chuyển sang bìa rừng từ rừng khuyết lõi (96,2 ha) và đất trống có cây gỗ tái sinh (5,1 ha); chuyển lên rừng phân mảnh và rừng khuyết lõi cũng từ đất trống có cây gỗ tái sinh với diện tích tương ứng lần lượt là 1,7 ha và 1,2 ha.

Diện tích rừng phân mảnh thay đổi trong giai đoạn 2015 - 2020 tăng 105,7 ha so với giai đoạn 2005 - 2015 (201,7 ha năm 2015 và 307,4 ha năm 2020). Các con số thay đổi này là minh chứng cho tình trạng phân mảnh rừng tự nhiên trong giai đoạn 2015 - 2020 xảy ra nhiều hơn. Trong số diện tích rừng cách ly thay đổi trong giai đoạn này được chuyển đến từ rừng lõi, bìa rừng, rừng khuyết lõi với diện tích tương ứng lần lượt là 106,0 ha; 185,5 ha và 9,2 ha. Diện tích rừng tự nhiên bị phân mảnh gây ra mất rừng tự nhiên giai đoạn 2015 - 2020 được tìm thấy tập trung ở xã Hương Phú, Thượng Nhật, Thượng Lộ và Hương Lộ (Hình 6).

Tương tự như giai đoạn 2005-2015, dưới tác động xâm lấn đất rừng chuyển sang trồng keo, còn có thêm hoạt động chuyển đổi mục đích sử dụng để phát triển cơ sở hạ tầng tầng (xây dựng đường cao tốc La Sơn-Túy Loan, hồ thủy điện ở xã Thượng Nhật) đã làm tăng phân mảnh rừng tự nhiên, tăng nguy cơ mất rừng tự nhiên, thay đổi độ che phủ rừng và đất, đe dọa nghiêm trọng đối với các dịch vụ hệ sinh thái rừng và mất đa dạng sinh học rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông, tỉnh Thừa Thiên Huế.



Hình 5. Biến động phân mảnh và mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông giai đoạn 2005 - 2015



Hình 6. Biến động phân mảnh và mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông giai đoạn 2015 - 2020

Kết hợp kết quả phân tích biến động hiện trạng rừng tự nhiên và phân mảnh rừng ở 2 giai đoạn cho thấy tổng diện tích rừng tự nhiên bị mất từ năm 2005 đến 2020 là 2.030,1 ha, trong đó 901,6 ha ở giai đoạn 2005 - 2015 và 1068,5 ha ở giai đoạn 2015 - 2020. Kết quả nghiên cứu kết hợp với phỏng vấn với lực lượng Kiểm lâm, ban quản lý rừng phòng hộ Nam Đông và người dân địa phương đã chỉ ra rằng những diện tích rừng tự nhiên càng gần đường, sông suối và khu dân cư, địa hình càng thuận lợi, chất lượng rừng càng kém và chế độ quản lý càng thấp thì mức độ xâm lấn làm thay đổi và phân mảnh rừng tự nhiên càng cao. Đây là cơ sở quan trọng cho việc xác định các mức ảnh hưởng của nhân tố không gian

đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên ở vùng nghiên cứu.

3.3. Ảnh hưởng của các nhân tố không gian đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên

Thực tế cho thấy tình trạng chuyển đổi tự nhiên sang trồng rừng keo thương mại và nương rẫy có liên quan đến địa hình (độ cao tuyệt đối và độ dốc). Rừng tự nhiên bị xâm lấn và mất tập trung ở những địa điểm có độ cao và độ dốc thấp. Dựa vào sự phân chia cấp địa hình, độ cao và độ dốc được chia ra 4 mức độ khác nhau ảnh hưởng đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên. Kết quả phân tích và thống kê diện tích ở mỗi cấp có liên quan đến mất rừng tự nhiên được thể hiện ở Bảng sau:

Bảng 5. Ảnh hưởng địa hình đến mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông giai đoạn 2005-2020

Nhân tố đai cao			Nhân tố độ dốc		
Độ cao tuyệt đối	Ha	%	Độ dốc	Ha	%
<300 m	1.681,6	82,83	< 15 ⁰	1.707,9	84,13
300-500 m	322,1	15,87	15-25 ⁰	310,7	15,31
500-700 m	24,9	1,23	25-35 ⁰	11,4	0,56
≥ 700 m	1,5	0,07	≥ 35 ⁰	0,0	0,00
Tổng	2.030,1	100,00		2.030,1	100,00

Qua Bảng 5, kết quả cho thấy có sự khác nhau về diện tích rừng tự nhiên bị mất theo các đai cao và độ dốc khác nhau. Trên diện tích 2.030,1 ha rừng tự nhiên bị mất và chuyển đổi sang mục đích sử dụng khác, thì diện tích rừng tự nhiên bị mất gây ra biến đổi và phân mảnh rừng tự nhiên tập trung chủ yếu ở độ cao dưới 300 m và độ dốc địa hình dưới 15° với tỷ lệ tương ứng lần lượt là 82,83% và 84,13%. Trong khi đó độ cao trên 700 m, đặc biệt độ dốc địa hình trên 35° hầu như không thấy xảy mất rừng tự nhiên.

Tiếp cận khu rừng tự nhiên từ mạng lưới đường, sông suối và khu dân cư là một trong những nhân tố không những ảnh hưởng không nhỏ đến sinh trưởng, phát triển và năng suất các loài cây trồng, mà còn có tác động đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên. Kết quả điều tra trên thực địa cho thấy những diện tích bị chuyển đổi sang trồng keo thương mại từ năm 2005 đến 2020 đều tập trung ở những khu vực gần đường giao thông, sông suối và khu dân cư. Những địa điểm này cũng được xác định là nơi có nguy cơ cao ảnh hưởng đến suy thoái và mất rừng tự nhiên trong tương lai.

Bảng 6. Ảnh hưởng của các nhân tố tiếp cận đến mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông giai đoạn 2005 - 2020

Nhân tố tiếp cận mạng lưới đường			Nhân tố tiếp cận sông suối			Nhân tố tiếp cận khu dân cư		
Khoảng cách	Ha	%	Khoảng cách	Ha	%	Khoảng cách	Ha	%
< 1.000 m	837,8	41,27	< 500 m	1.387,0	68,32	< 2.000 m	960,8	47,33
1.000-2.000 m	775,2	38,19	500-1.000 m	643,1	31,68	2.000-4.000 m	926,4	45,63
2.000-3.000 m	295,8	14,57	1.000-1.500 m	0,0	0,00	4.000-6.000 m	108,4	5,34
≥ 3.000 m	121,3	5,98	≥ 1.500 m	0,0	0,00	≥ 6.000 m	34,5	1,70
Tổng	2.030,1	100,00		2.030,1	100,00		2.030,1	100,00

Bảng 6 cho thấy 2.030,1 ha rừng tự nhiên bị mất từ năm 2005 đến 2020 thì ở những địa điểm cách các con đường gần nhất (<1.000 m), sông suối trong khoảng 500 m và từ khu dân cư trong khoảng 2.000 m, được xác định là những khu vực bị ảnh hưởng lớn nhất với diện tích mất rừng ghi nhận tương ứng lần lượt là 41,27%; 68,32% và 47,33%. Tiếp theo là những địa điểm tiếp cận những con đường gần nhất từ 1000-2000 m (38,19%), sông suối trong khoảng 500-1.000 m (31,68%) và từ khu dân cư trong khoảng 2.000-4.000 m (45,63%). Trong khi đó tiếp cận những con đường gần nhất trên 3.000 m; khu dân cư trên 6.000 m, đặc biệt tiếp cận sông suối trên 1.000 m hầu như không thấy xảy mất rừng tự nhiên. Với kết quả này có thể khẳng định chắc chắn

rằng khoảng cách tiếp cận các khu rừng tự nhiên càng gần thì nguy cơ rủi ro càng cao.

Qua điều tra điều trên thực địa cho thấy mất rừng và suy thoái rừng cũng có liên quan đến chất lượng rừng. Qua phỏng vấn cán bộ theo dõi diễn biến tài nguyên rừng ở huyện Nam Đông cho thấy mất rừng chủ yếu xảy ra ở những khu rừng có trữ lượng thấp, trong khi suy thoái chủ yếu xảy ra ở những khu rừng có trữ lượng cao, có nhiều các loài cây gỗ có giá trị cao như Kiên kiên, Gõ, Lim xanh, v.v... Hơn nữa, công tác quản lý của từng chủ rừng cũng ảnh hưởng không nhỏ đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên.

Bảng 7. Ảnh hưởng chất lượng và chức năng rừng đến mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông giai đoạn 2005-2020

Loại rừng	Nhân tố chất lượng rừng		Nhân tố chức năng rừng		
	Ha	%	Chức năng/chủ rừng	Ha	%
Rừng TXG	1,0	0,05	Rừng đặc dụng (Vườn quốc gia Bạch Mã)	65,6	3,23
Rừng TXB	0,0	0,00	Rừng phòng hộ (Ban Quản lý rừng phòng hộ Nam Đông)	94,8	4,67
Rừng TXN	197,6	9,74	Rừng Sản xuất & Phòng hộ (Ủy ban nhân dân xã quản lý)	1.045,6	51,50
Rừng TXP	1.281,3	63,11	Rừng Sản xuất & Phòng hộ (Cộng đồng quản lý)	824,1	40,60
Rừng hỗn giao gỗ tre nửa	535,1	26,36	-	-	-
Rừng tre nửa	15,1	0,74	-	-	-
Tổng	2.030,1	100,00		2.030,1	100,00

TXG: gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh giàu; TXB: gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh trung bình; TXN: gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh nghèo; TXP: gỗ tự nhiên núi đất lá rộng thường xanh phục hồi

Bảng 7 cho thấy trong số 2.030,1 ha rừng tự nhiên bị mất trong giai đoạn 2005-2020 thì phần lớn diện tích mất rừng tự nhiên (63,11%) được tìm thấy ở rừng TXP. Tiếp theo là rừng hỗn giao gỗ tre nửa (26,36%) và rừng TXN (9,74%). Trong khi đó, rừng TXG và đặc biệt rừng TXB hầu như không thấy hiện tượng phá rừng tự nhiên. Bên cạnh đó, phân theo chức năng rừng hoặc theo các chủ rừng quản lý khác nhau thì rừng sản xuất và rừng phòng hộ do UBND các xã và các cộng đồng quản lý được tìm thấy bị mất rừng nhiều nhất, với tỷ lệ tương ứng lần lượt là 51,50% và 40,6%. Ngược lại, diện tích rừng đặc dụng do VQG Bạch Mã và rừng phòng hộ Ban QLRPH Nam Đông được ghi nhận là nơi có rừng tự nhiên bị mất chỉ chiếm tương ứng lần lượt là 3,23% và 4,67%. Diện tích rừng tự nhiên bị mất ở hai chủ rừng này chủ yếu là do

chuyển đổi rừng tự nhiên sang phát triển cơ sở hạ tầng, còn diện tích rừng tự nhiên được quản lý bởi UBND xã và cộng đồng bị mất là do người dân xâm lấn đất rừng chuyển sang trồng keo. Điều này có thể khẳng định rằng những địa điểm có chất lượng rừng kém, bao gồm rừng TXP, hỗn giao gỗ tre nửa và rừng TXN do UBND xã và cộng đồng quản lý có nguy cơ cao mất rừng nếu công tác quản lý và bảo vệ rừng không được thực hiện thường xuyên.

3.4. Ảnh hưởng của phân mảnh rừng đến mất rừng tự nhiên

Phân mảnh rừng tự nhiên là một trong những mối đe dọa chính gây mất rừng tự nhiên và đa dạng sinh học. Thông tin về các loại phân mảnh rừng tự nhiên là cơ sở quan trọng cho lập kế hoạch theo dõi giám sát tài nguyên rừng và bảo tồn đa dạng sinh học ở huyện Nam Đông.

Bảng 8. Ảnh hưởng phân mảnh rừng đến mất rừng tự nhiên ở huyện Nam Đông giai đoạn 2005 - 2020

Các loại rừng và phân mảnh rừng	Phân mảnh rừng năm 2005		Mất rừng tự nhiên từ 2005 - 2020	
	ha	ha	ha	% mất rừng so với từng loại rừng và phân mảnh rừng
Rừng lõi	44.416,1		859,5	1,94
Rừng biên/Bìa rừng	3.057,5		707,5	23,14
Rừng khuyết lõi	984,6		54,1	5,50
Rừng cách ly	1.272,7		409,0	32,14
Tổng	49.730,9		2.030,1	4,08

Bảng 8 cho thấy trong số 2.030,1 ha diện tích rừng tự nhiên bị mất giai đoạn 2005 - 2020 thì rừng lõi mất lớn nhất với diện tích là 859,5 ha, tiếp đến bìa rừng (707,5 ha) và rừng cách ly (409,0 ha) và thấp nhất là rừng khuyết lõi (54,1 ha). Tuy nhiên, tỷ lệ rừng tự nhiên bị mất theo từng loại và phân mảnh rừng được xác định cao nhất ở rừng cách ly (32.14 %) và bìa rừng (23.14%), trong khi đó mặc dầu diện tích rừng tự nhiên bị mất ở rừng lõi cao nhất nhưng tỷ lệ mất rừng so với loại này chỉ chiếm khoảng 1,94%. Kết quả này phù hợp với kết quả kiểm tra trên thực địa, phỏng vấn cán bộ lâm nghiệp và người dân địa phương ở huyện Nam Đông. Điều này đã cung cấp thêm minh chứng cho kết quả nghiên cứu của chúng tôi để khẳng định chắc chắn rằng rừng phân mảnh và bìa rừng là hai dạng rừng có nguy cơ cao và dễ bị xâm lấn để chuyển đổi sang mục đích sử dụng khác. Bởi vậy, cần phải có các biện pháp quản lý bảo vệ rừng tự nhiên hiệu quả hơn trong tương lai.

4. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

4.1. Kết luận

Sử dụng tư liệu ảnh vệ tinh Landsat và kỹ thuật GIS để phân tích biến động và đánh giá ảnh hưởng của các nhân tố không gian có liên quan đến tự nhiên, kinh tế-xã hội ảnh hưởng đến sự thay đổi của các dạng che phủ rừng và phân mảnh rừng đã xảy ra, sẽ cung cấp thông tin hữu ích cho các giải pháp quản lý bảo vệ rừng có hiệu quả ở

huyện Nam Đông trong tương lai. Diện tích rừng tự nhiên được xác định trên cơ sở phân tích tư liệu ảnh Landsat năm 2005 (49.730,9 ha); 2015 (48.850,5 ha) và 2020 (47.805,4 ha). Rừng tự nhiên thay đổi giai đoạn 2005-2015 và 2015-2020 với diện tích tương ứng lần lượt là 1.162,5 ha và 1.205,3 ha. Rừng tự nhiên bị mất trong vòng 15 năm (2005-2020) do chuyển đổi sang mục đích trồng rừng Keo thương mại (1.568,4 ha), phát triển cơ sở hạ tầng và mục đích sử dụng khác (461,7 ha). Kết quả phân tích biến động phân mảnh rừng giai đoạn 2005 - 2015 và 2015-2020 cũng đã xác định được thay đổi tương ứng lần lượt 864,7 ha và 2.179,2 ha. Những nhân tố được xác định có ảnh hưởng lớn nhất đến biến động và mất rừng tự nhiên, bao gồm độ cao, độ dốc, tiếp cận các con đường, sông suối và khu dân cư gần nhất, chất lượng rừng, loại rừng và chủ rừng, và các dạng phân mảnh rừng.

4.2. Đề nghị

Sử dụng ảnh viễn thám có độ phân giải khác nhau dẫn đến có sự sai khác nhau về kết quả nghiên cứu, ảnh Landsat sử dụng trong nghiên cứu này có độ phân giải 30 m. Để nâng cao độ chính xác của các nhân tố không gian ảnh hưởng đến biến động và phân mảnh rừng tự nhiên, cần kết hợp với các loại ảnh viễn thám khác và sử dụng các ảnh có độ phân giải không gian cao hơn như ảnh Sentinel, v.v...

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế và Đại học Huế đã hỗ trợ cho nghiên cứu này, đặc biệt là cán bộ Ban quản lý rừng phòng hộ Nam Đông, Hạt Kiểm lâm Nam Đông và Trạm Kiểm lâm của VQG Bạch Mã tại huyện Nam Đông, đặc biệt người dân địa phương ở xã Hương Phú và Thượng Lộ đã nhiệt tình giúp đỡ, hỗ trợ điều tra trên thực địa và cung cấp các thông tin.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu tiếng Việt

Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. (2018). Thông tư 33/2018/TT-BNNPTNT quy định về điều tra, kiểm kê và theo dõi diễn biến rừng. Khai thác từ <https://thuvienphapluat.vn>

2. Tài liệu tiếng nước ngoài

Anthony, J. V., & Joanne, M. G., (2005). Understanding interobserver agreement: The Kappa Statistic. *Family Medicine* 2005, 37(5), 360-363.

Congalton, R. G., & Green, K., (1999). *Assessing the accuracy of remote sensed data*. Lewis, London -New York-Washington.

Echeverria, C., Coomesa, D., Salas, J., Rey-Benayas, J. M, Lara, A., & Newton, A., (2006). Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biological Conservation*, 130, 481-494. DOI:10.1016/j.biocon.2006.01.017

Fahrig, L., (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34(1), 487-515. DOI:10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419.

Nguyen Van Loi, Ho Thanh Ha, & Duong Van Thanh. (2019). Assessing forest cover change and forest fragmentation in Phong Dien nature reserve in central Vietnam. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 8(1), 3136-3144.

Potapov, P., Turubanova, S., Hansen, M. C., Zhuravleva, I., Yaroshenko, A., & Laestadius, L. (2012). Monitoring forest loss and degradation at national to global scales using Landsat data. In: Achard, F., Hansen, M.C., (Eds.), *Global Forest Monitoring from Earth Observation* (pp. 143-166). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

Richards, A. J., & Jia, X. (2006). *Remote Sensing Digital Image Analysis*. An Introduction 4th Edition. Springer.

Stehman, S.V., (2012). Sampling Strategies for Forest monitoring from global to national levels. In: Achard, F., Hansen, M.C. (Eds.), *Global Forest Monitoring from Earth Observation* (pp. 79-105). CRC Press, Boca Raton, Florida, USA

Vogt, P., Riitters, K., (2017). GuidosToolbox: universal digital image object analysis. *European Journal of Remote Sensing*, 50(1), 352-361. DOI: 10.1080/22797254.2017.1330650.